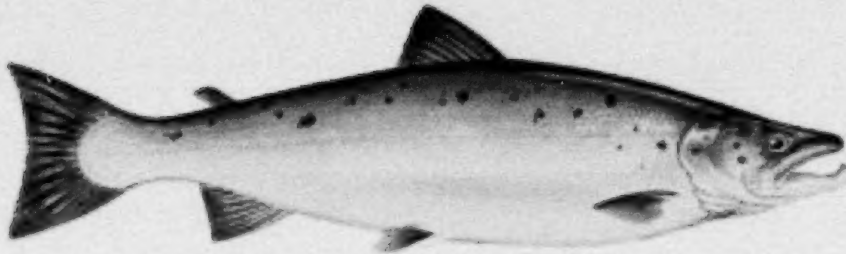


**Mise à jour
Évaluation et Rapport
de situation du COSEPAC**

sur le

Saumon atlantique
Salmo salar

Populations de l'intérieur de la baie de Fundy
au Canada



ESPÈCE EN VOIE DE DISPARITION
2006

COSEPAC
COMITÉ SUR LA SITUATION DES
ESPÈCES EN PÉRIL
AU CANADA



COSEWIC
COMMITTEE ON THE STATUS OF
ENDANGERED WILDLIFE
IN CANADA

Les rapports de situation du COSEPAC sont des documents de travail servant à déterminer le statut des espèces sauvages que l'on croit en péril. On peut citer le présent rapport de la façon suivante :

COSEPAC. 2006. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) (population de l'intérieur de la baie de Fundy) au Canada – Mise à jour. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. viii + 51 p.
(www.registrelep.gc.ca/status/status_f.cfm).

Rapports précédents:

COSEWIC 2001. Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) (population de l'intérieur de la baie de Fundy) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. vii + 60 p. (www.registrelep.gc.ca/status/status_f.cfm)

AMIRO, P. G. 2001. Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) (population de l'intérieur de la baie de Fundy) au Canada, *in* Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) (population de l'intérieur de la baie de Fundy) au Canada. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Ottawa. 1-60 p.

Production Note :

Le COSEPAC aimerait remercier Mart R. Gross et Cory T. Robertson qui ont rédigé le rapport de situation sur le saumon de l'Atlantique (*Salmo salar*) (population de l'intérieur de la baie de Fundy) au Canada. Richard Haedrich, coprésident du Sous-comité de spécialistes des poissons marins, et Jeff Hutchings, membre de ce même sous-comité et membre scientifique non gouvernemental du COSEPAC, ont supervisé l'examen du présent rapport.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires, s'adresser au :

Secrétariat du COSEPAC
a/s Service canadien de la faune
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

Tél. : (819) 997-4991 / (819) 953-3215
Télec. : (819) 994-3684
Courriel : COSEWIC/COSEPAC@ec.gc.ca
<http://www.cosepac.gc.ca>

Also available in English under the title COSEWIC Assessment and Update Status Report on the Atlantic Salmon (Inner Bay of Fundy populations) *Salmo salar* in Canada.

Illustration de la couverture :

Saumon atlantique — Dessin d'un saumon atlantique (*Salmo salar*). Tiré d'Amiro (2003).

©Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2006
N° de catalogue CW69-14/459-2006F-PDF
ISBN 0-662-71727-9



Papier recyclé



COSEPAC

Sommaire de l'évaluation

Sommaire de l'évaluation — Avril 2006

Nom commun

Saumon atlantique - Populations de l'intérieur de la baie de Fundy

Nom scientifique

Salmo salar

Statut

Espèce en voie de disparition

Justification de la désignation

Ce saumon représente une entité endémique unique au Canada; toute son aire de répartition biologique se trouve au Canada. La baisse du nombre d'adultes est estimée à plus de 95 % en 30 ans, et la plupart des rivières ne comptent plus ni adultes ni juvéniles. En 2003, on a estimé à moins de 100 le nombre d'adultes qui sont retournés dans les 32 rivières où historiquement on y trouvait l'espèce. Il n'y a pas de possibilité d'immigration depuis des régions voisines, puisque celles-ci comptent des populations gravement réduites et génétiquement différentes. Les raisons de la chute du nombre d'adultes ne sont pas bien comprises. On pense que la survie limitée en mer entre le stade de saumoneau et celui d'adulte constitue un facteur clé. Il existe beaucoup de causes possibles pour l'accroissement du taux de mortalité, dont les changements de la communauté écologique, les interactions écologiques et génétiques avec des saumons atlantiques d'aquaculture et d'élevage, les variations environnementales et la pêche (pêche illégale ou prise accessoire). Les menaces pesant sur l'espèce en eau douce sont présumées être de nature historique et contemporaine. Les menaces historiques comprennent la perte et la dégradation de l'habitat (attribuables à l'exploitation forestière et à la construction d'obstacles à la migration); les menaces actuelles pourraient inclure le croisement avec des poissons d'élevage échappés et les changements des conditions environnementales (dont des températures plus chaudes et des contaminants).

Répartition

Nouveau-Brunswick, Nouvelle-Écosse, Océan Atlantique

Historique du statut

Espèce désignée « en voie de disparition » en mai 2001 et en avril 2006. Dernière évaluation fondée sur une mise à jour d'un rapport de situation.



Saumon atlantique *Salmo salar*

Populations de l'intérieur de la baie de Fundy

Information sur l'espèce

La forme anadrome du saumon atlantique (*Salmo salar*) atteint la maturité en mer, mais retourne se reproduire en eau douce. L'espèce est composée de populations différenciées génétiquement en fonction du retour aux rivières natales, à la croissance des juvéniles dans ces rivières et à l'isolement spatial des réseaux hydrographiques. Cette différenciation est généralement hiérarchique et, sur le plan génétique, les populations appartenant aux mêmes groupes régionaux se ressemblent plus que celles appartenant à des groupes différents. Les groupes ont également tendance à partager des adaptations qui permettent aux individus de réussir dans leur milieu naturel spécifique. On a proposé de séparer les saumons atlantiques du Canada en six groupes. Un d'entre eux regroupe les populations de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF).

Unité désignable : populations de l'intérieur de la baie de Fundy

Les résultats des études génétiques, phylogéographiques, comportementales et démographiques et de celles portant sur la sélection locale, le cycle vital et les effets de l'ensemencement appuient l'hypothèse voulant que les saumons atlantiques de l'IBF diffèrent des autres saumons du Canada (et d'ailleurs). Bien qu'il existe des preuves de l'existence d'un flux génétique provenant des cours de l'extérieur de la baie de Fundy (EBF), les caractéristiques biologiques des populations de saumons de l'IBF confirment leur désignation comme unité désignable (UD) par le COSEPAC.

Répartition

On trouvait autrefois les saumons atlantiques anadromes sauvages le long de la côte est de l'Amérique du Nord, du fleuve Hudson (New York) à la baie d'Ungava (Québec) (avec une population supplémentaire dans l'est de la baie d'Hudson) ainsi que le long de la côte ouest de l'Europe, du Portugal à la Russie. Toutefois, de nombreuses populations sauvages sont maintenant disparues, et cette répartition a donc diminué d'ampleur.

La totalité de l'UD que constituent les saumons de l'IBF se trouve en territoire canadien. Elle comprend toutes les rivières à saumons (au nombre de 32 à 40 ou plus) qui se déversent dans la baie de Fundy, de la rivière Black (Nouveau-Brunswick) à la rivière Cornwallis (Nouvelle-Écosse), en passant par la région supérieure de la baie. Les adultes occupent ces rivières en automne, la saison de reproduction. Les juvéniles migrent vers l'océan après avoir passé de 2 à 3 ans en eau douce, période pendant laquelle ils atteignent l'âge adulte. Alors que la plupart des populations de saumons nord-américaines migrent vers les eaux du Labrador et de l'ouest du Groenland, on a émis l'hypothèse que les saumons de l'IBF restent dans la baie de Fundy, dans le nord du golfe du Maine et dans d'autres habitats marins locaux.

Habitat

On connaît bien les besoins en habitat d'eau douce du saumon atlantique, et rien n'indique que des pertes d'habitats d'eau douce soient à l'origine de la diminution récente du nombre de saumons atlantiques de l'IBF. En effet, à l'heure actuelle, il semble y avoir une abondance d'habitats d'eau douce de qualité dans l'IBF. On connaît moins bien les besoins en habitat marin, mais une diminution du taux de survie des individus entre la période juvénile (smolts) et l'âge adulte est apparemment à la source de l'effondrement des populations de l'IBF. Si tel est le cas, il se pourrait qu'il y ait une diminution significative de la qualité ou de la disponibilité des habitats marins.

Biologie

Les saumons adultes de l'IBF frayent dans leurs rivières natales en octobre et en novembre. Les jeunes se développent jusqu'en mai ou juin dans des gravières, émergent à l'état d'alevins et deviennent des tacons en se nourrissant d'invertébrés à la dérive. Les tacons smoltifient après deux ou trois ans en eau douce, puis migrent vers l'océan, où ils atteignent rapidement leur maturité. La plupart reviennent après un hiver en mer en tant que madeleineaux (ou grilse) afin de frayer dans leur rivière natale. Le taux de survie après la reproduction est relativement élevé, et les adultes continuent de revenir de l'océan chaque année pour frayer.

On croit que les saumons de l'IBF possèdent plusieurs caractéristiques uniques : la grande proportion d'individus qui reviennent après un hiver en mer, la grande proportion de femelles parmi ces madeleineaux, la migration en mer qui semble locale et le taux de survie élevé après la reproduction. Il existe aussi des indices limités de découplage démographique avec d'autres groupes régionaux.

On estime que la durée d'une génération de saumons de l'IBF est de 3,7 ans, avec une moyenne de 2,6 ans en eau douce (jusqu'à la migration des smolts) et 1,1 an en mer (jusqu'à la maturité). La période de 3 générations utilisée pour les évaluations démographiques est donc de 11 ans ($3 \times 3,7 = 11,1$).

Tendances et taille des populations

Les populations de l'IBF se sont effondrées, et plusieurs rivières ne contiennent plus aucun saumon. Si, historiquement, la population totale de l'ensemble des rivières dépassait probablement 40 000 adultes, il n'y avait, à l'automne 2003, pas plus d'une centaine d'adultes reproducteurs. Un relevé détaillé effectué en 2002 dans 34 rivières naturelles (sans ensemencement à l'aide de la banque de gènes vivants) a montré que 65 p. 100 des rivières ne contenaient aucun tacon, et 97 p. 100, aucun alevin (ce qui laisse présager un faible taux de fraye, si fraye il y a eu, à l'automne 2001).

Une reconstruction de la taille des populations des deux principales rivières témoins, soit la Big Salmon et la Stewiacke, donne les estimations de diminution suivantes (avec un niveau de confiance de 90 p. 100) :

Big Salmon : > 94,1 p. 100 sur 3 générations (11 ans); > 96,7 p. 100 sur 30 ans
Stewiacke : > 99,0 p. 100 sur 3 générations (11 ans); > 99,6 p. 100 sur 30 ans

Le recours à l'immigration de source externe est impossible; les deux groupes canadiens de saumons atlantiques les plus rapprochés – soit les populations des rivières de l'extérieur de la baie de Fundy et celles de la côte de la Nouvelle-Écosse – se sont eux aussi effondrés. Le troisième groupe régional le plus proche se trouve dans le Maine, il s'est lui aussi effondré; il est considéré comme en péril (*endangered* aux termes de l'US ESA).

Facteurs limitatifs et menaces

On comprend mal les causes du déclin marqué des saumons atlantiques dans la plus grande partie de leur aire de répartition depuis les années 1980 et de leur effondrement complet à certains endroits (comme l'IBF). La plupart des hypothèses portent sur des changements dans les conditions marines qui auraient entraîné une diminution du pourcentage de smolts atteignant l'âge adulte à des niveaux inférieurs à ceux nécessaires à la viabilité des populations. Toutefois, on ne connaît pas les causes de la chute du taux de survie en mer, et un grand nombre d'hypothèses ont été avancées : changements dans la production marine primaire; changements dans les températures océaniques; maladies, parasites et prédateurs associés aux piscicultures. Le développement de l'industrie de l'élevage du saumon atlantique a coïncidé avec l'effondrement des populations de l'IBF. Cette industrie pose probablement des menaces génétiques, écologiques et pathologiques, dont certaines ont déjà été documentées pour d'autres populations. Les activités humaines ont aussi eu un effet sur le nombre et la qualité des habitats d'eau douce, surtout à cause de la construction de barrages et d'autres obstacles et, aussi, d'une manière encore inconnue, sur les habitats marins. La pêche commerciale au saumon atlantique est en grande partie interdite (dans l'IBF, elle a existé pendant plus de 100 ans, mais a été fermée en 1985). Dans l'IBF, la pêche récréative et la pêche autochtone sont également interdites depuis 1990.

Importance de l'espèce

Les saumons atlantiques de l'IBF forment une lignée canadienne unique, distincte de tous les autres saumons atlantiques du monde. Il n'existe que très peu de lignées de saumons atlantiques au Canada. Les saumons atlantiques de l'IBF contribuent aux écosystèmes dulcicoles et marins, assurant les transferts d'énergie et de nutriments tant au sein des écosystèmes que d'un écosystème à l'autre. Le saumon atlantique sert également d'espèce-hôte à au moins une espèce de moule d'eau douce. Il est d'une grande importance pour la population locale (alimentation, revenu, loisirs et fêtes). Pour beaucoup de Canadiens, ce « roi des poissons » a une signification particulière.

Protection actuelle

Le saumon atlantique canadien est protégé par la *Loi sur les pêches*, mise en œuvre par le ministère des Pêches et des Océans (MPO); les pêches commerciale, récréative et autochtone dans l'IBF sont interdites depuis 1990. En mai 2001, le COSEPAC a classé l'UD de l'IBF parmi les espèces *en voie de disparition*. En juin 2003, le gouvernement fédéral a inscrit l'UD de l'IBF à la liste des espèces *en voie de disparition* de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP).

L'Équipe nationale de rétablissement du saumon atlantique de l'IBF a pris des mesures afin de protéger et de rétablir l'UD. Elle recueille des données et surveille les populations. Un de ses projets les plus importants est le programme de banque de gènes vivants, qui élève des saumons dans des écloséries, mais qui utilise aussi la sélection naturelle pour réduire la détérioration de la qualité génétique.



HISTORIQUE DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) a été créé en 1977, à la suite d'une recommandation faite en 1976 lors de la Conférence fédérale-provinciale sur la faune. Le Comité a été créé pour satisfaire au besoin d'une classification nationale des espèces sauvages en péril qui soit unique et officielle et qui repose sur un fondement scientifique solide. En 1978, le COSEPAC (alors appelé Comité sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada) désignait ses premières espèces et produisait sa première liste des espèces en péril au Canada. En vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (LEP) promulguée le 5 juin 2003, le COSEPAC est un comité consultatif qui doit faire en sorte que les espèces continuent d'être évaluées selon un processus scientifique rigoureux et indépendant.

MANDAT DU COSEPAC

Le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) évalue la situation, au niveau national, des espèces, des sous-espèces, des variétés ou d'autres unités désignables qui sont considérées comme étant en péril au Canada. Les désignations peuvent être attribuées aux espèces indigènes comprises dans les groupes taxinomiques suivants : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, poissons, arthropodes, mollusques, plantes vasculaires, mousses et lichens.

COMPOSITION DU COSEPAC

Le COSEPAC est composé de membres de chacun des organismes responsables des espèces sauvages des gouvernements provinciaux et territoriaux, de quatre organismes fédéraux (le Service canadien de la faune, l'Agence Parcs Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Partenariat fédéral d'information sur la biodiversité, lequel est présidé par le Musée canadien de la nature), de trois membres scientifiques non gouvernementaux et des coprésidents des sous-comités de spécialistes des espèces et du sous-comité des connaissances traditionnelles autochtones. Le Comité se réunit au moins une fois par année pour étudier les rapports de situation des espèces candidates.

DÉFINITIONS (2006)

Espèce sauvage	Espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'une autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans.
Disparue (D)	Espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays (DP)	Espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs.
En voie de disparition (VD)*	Espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée (M)	Espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés.
Préoccupante (P)**	Espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition en raison de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.
Non en péril (NEP)***	Espèce sauvage qui a été évaluée et jugée comme ne risquant pas de disparaître étant donné les circonstances actuelles.
Données insuffisantes (DI)****	Une catégorie qui s'applique lorsque l'information disponible est insuffisante (a) pour déterminer l'admissibilité d'une espèce à l'évaluation ou (b) pour permettre une évaluation du risque de disparition de l'espèce.

* Appelée « espèce disparue du Canada » jusqu'en 2003.
** Appelée « espèce en danger de disparition » jusqu'en 2000.
*** Appelée « espèce rare » jusqu'en 1990, puis « espèce vulnérable » de 1990 à 1999.
**** Autrefois « aucune catégorie » ou « aucune désignation nécessaire ».
***** Catégorie « DSIDD » (données insuffisantes pour donner une désignation) jusqu'en 1994, puis « indéterminé » de 1994 à 1999. Définition de la catégorie (DI) révisée en 2006.



Environnement Canada
Service canadien de la faune

Environment Canada
Canadian Wildlife Service

Canada

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada assure un appui administratif et financier complet au Secrétariat du COSEPAC.

Mise à jour
Rapport de situation du COSEPAC

sur le

Saumon atlantique
Salmo salar

Populations de l'intérieur de la baie de Fundy
au Canada

2006

TABLE DES MATIÈRES

INFORMATION SUR L'ESPÈCE	4
Nom et classification	4
Description morphologique	4
Description génétique	5
Unité désignable : populations de l'intérieur de la baie de Fundy	7
RÉPARTITION	15
Aire de répartition mondiale	15
Aire de répartition canadienne	17
Aire de répartition de l'UD de l'IBF	17
HABITAT 17	
Exigences et tendances en matière d'habitat d'eau douce	17
Exigences et tendances en matière d'habitat marin	19
Protection et propriété	20
BIOLOGIE 21	
Généralités	21
Biologie de l'UD constituée des saumons atlantiques de l'intérieur de la baie de Fundy	21
TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS	24
Activités de recherche et qualité des données	24
Abondance actuelle	25
Fluctuations et tendances	26
Effet d'une immigration de source externe	32
FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES	32
IMPORTANCE DE L'ESPÈCE	36
PROTECTION ACTUELLE OU AUTRES DÉSIGNATIONS DE STATUT	36
Désignations	36
Plans de protection et de rétablissement	37
RÉSUMÉ TECHNIQUE	39
SOURCES D'INFORMATION	42
SOMMAIRES BIOGRAPHIQUES DES RÉDACTEURS DU RAPPORT	47
REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS	47

Liste des figures

Figure 1. Dessin d'un saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>)	5
Figure 2. Variations des allozymes dans les populations canadiennes de saumons atlantiques	6
Figure 3. Carte des 48 rivières de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF)	7
Figure 4. Dendrogramme UPGMA de la distance génétique non biaisée de Nei fondée sur les variations des microsatellites à 3 loci chez 5 populations de saumons atlantiques	9
Figure 5. Répartition nord-américaine et fréquence de deux haplotypes de l'ADN mitochondrial uniques à deux régions	11
Figure 6. Aire de répartition du saumon atlantique et UD de l'IBF	16

Figure 7.	Superficie, capacité de production de tacons d'âge 1 et plus et production par unité de surface pour 22 rivières à saumons de l'IBF.....	18
Figure 8.	Carte des installations aquacoles à l'EBF et le golfe du Maine en 2003.	20
Figure 9.	Prises commerciales de saumons atlantiques (kg) dans des districts de pêche de l'IBF (comtés d'Albert et de Westmorland, au Nouveau-Brunswick) pendant la période de 1875 à 1984.	26
Figure 10.	Estimation du retour des adultes dans deux rivières témoins de l'IBF (échelle logarithmique).	28
Figure 11.	Densité des saumons atlantiques juvéniles (alevins et tacons) dans 41 rivières de l'IBF, calculée lors d'un recensement par pêche électrique dans 233 sites effectué en 2002.....	30
Figure 12.	Comparaison des densités de saumons atlantiques et d'autres espèces dans les rivières visées ou non par le programme de banque de gènes vivants.	31

Liste des tableaux

Tableau 1.	Distribution des saumons des rivières Big Salmon et Sewiacke selon l'âge de première maturité, le nombre d'hivers en mer (HM), l'âge post-smolt, le nombre de frayes, la longueur moyenne, la fécondité, le pourcentage de femelles et le pourcentage selon l'âge	21
Tableau 2.	Estimation des taux de diminution des populations de saumons atlantiques dans les 2 rivières témoins de l'IBF.	27
Tableau 3.	Nombre de saumons atlantiques par stade de développement dans la banque de gènes vivants du saumon de l'IBF en décembre 2003	38

Liste des annexes

Annexe 1.	Biologie générale du saumon atlantique	49
-----------	--	----

INFORMATION SUR L'ESPÈCE

Nom et classification

Classe :	Ostéichthyens/Actinoptérygiens
Ordre :	Salmoniformes
Famille :	Salmonidés
Nom latin :	<i>Salmo salar</i> L.
Unité désignable :	Populations de l'intérieur de la baie de Fundy
Noms communs :	français – saumon atlantique anglais – Atlantic salmon langues autochtones locales – <i>polam</i> (malécite, Francis et Leavitt, 2004); <i>plamu</i> (Mi'kmaq, National Recovery Team, 2002). Il existe d'autres noms communs désignant différentes formes et stades biologiques de l'espèce (voir, p. ex., Froese et Pauly, 2004).

Description morphologique

Jusqu'à maintenant, on n'a pas officiellement décrit les caractéristiques morphologiques propres aux saumons atlantiques de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF). En tant qu'espèce, le saumon atlantique (figure 1) est un poisson de taille moyenne ressemblant à une truite. Il peut atteindre sa maturité en eau douce ou en mer. Dans toute l'aire de répartition de l'espèce, les femelles atteignent normalement leur maturité dans l'océan et reviennent frayer en eau douce (elles sont donc anadromes). Si les mâles sont eux aussi souvent anadromes, le taux de maturation en eau douce, en l'absence de migration vers la mer, dépasse 50 p. 100 au sein de nombreuses populations canadiennes (Myers *et al.*, 1986). Les caractéristiques qui permettent de distinguer le saumon atlantique des autres salmonidés sont l'os maxillaire qui se termine sous le centre de l'œil, les 2 ou 3 grandes taches sur l'opercule et la nageoire dorsale à 11 rayons (Scott et Crossman, 1998). Dans l'océan, ses flancs sont argentés, plus foncés dans la partie supérieure et plus pâles dans la partie inférieure; en eau douce, le saumon reproducteur est d'un brun foncé et bronzé, avec, normalement, des taches rougeâtres sur la tête et le corps. Les mâles ont un crochet prononcé sur la mâchoire inférieure. Après la fraye, la livrée devient foncée, et les saumons retournent en mer. En règle générale, les juvéniles ont entre 8 et 11 taches latérales, séparées par une seule tache rouge.

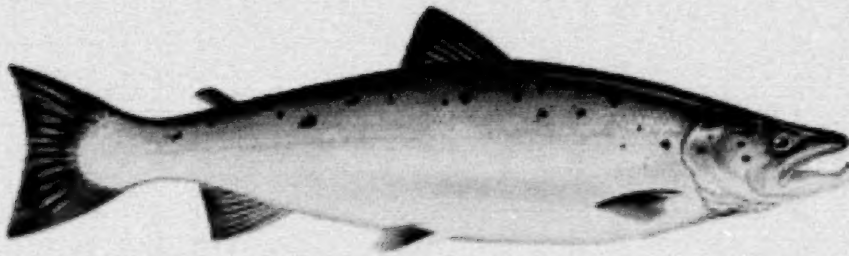


Figure 1. Dessin d'un saumon atlantique (*Salmo salar*). Tiré d'Amiro (2003).

Description génétique

Le saumon atlantique se divise naturellement en populations génétiquement distinctes (Stahl, 1987; Verspoor, 1997; Nielsen, 1998; National Research Council, 2002). Cette différenciation est due à des barrières au flux génétique : retour des individus adultes dans leurs rivières natales, croissance des juvéniles dans ces rivières et isolement spatial des réseaux hydrographiques. Ces barrières favorisent l'isolement reproductif et la divergence par sélection naturelle et dérive génétique. Entre les populations, la divergence génétique est, en règle générale, hiérarchique, et les groupes de populations qui se ressemblent le plus sont imbriqués dans un gradient de différence augmentant normalement avec l'échelle géographique. Les groupes ont souvent des cycles biologiques et des caractères phénotypiques différents, comme la taille des œufs, la taille du corps et l'âge adulte, qui reflètent l'adaptation au milieu naturel local (p. ex. Taylor, 1991; Hutchings et Jones, 1998).

Le saumon atlantique est venu de l'Europe et a colonisé l'Amérique du Nord avant la dernière période de glaciation. On croit que les populations nord-américaines ont été poussées dans des refuges, à partir desquels elles ont ensuite recolonisé le continent pendant le retrait glaciaire (Bernatchez et Wilson, 1998). Verspoor (2005) fournit une analyse détaillée des différences génétiques entre les populations canadiennes (figure 2). En se basant principalement sur les variations aux loci d'allozymes, il divise ces populations en six groupes régionaux génétiquement distincts : 1) Labrador/Ungava; 2) golfe du Saint-Laurent; 3) Terre-Neuve (à l'exception des rivières du golfe); 4) côte de l'Atlantique/eaux intérieures du sud de la Nouvelle-Écosse; 5) extérieur de la baie de Fundy (EBF); 6) intérieur de la baie de Fundy (IBF). La divergence génétique moyenne est élevée : les valeurs de F_{ST} indiquent qu'environ 25 p. 100 de la variation totale est associée aux différences entre groupes régionaux. La figure 2 montre que les rivières de l'EBF chevauchent la zone où vit le groupe régional du golfe du Saint-Laurent, mais des données supplémentaires sur l'ADNmt (Verspoor *et al.*, 2002; Verspoor *et al.*, 2004) et sur les microsatellites (McConnell *et al.*, 1997) semblent indiquer qu'il faut considérer les saumons de ces rivières comme faisant partie d'un groupe distinct (Verspoor, 2004). Les populations du Maine forment probablement un autre groupe régional nord-américain encore existant (King *et al.*, 2001; National Research Council, 2002; Spidle *et al.*, 2003).

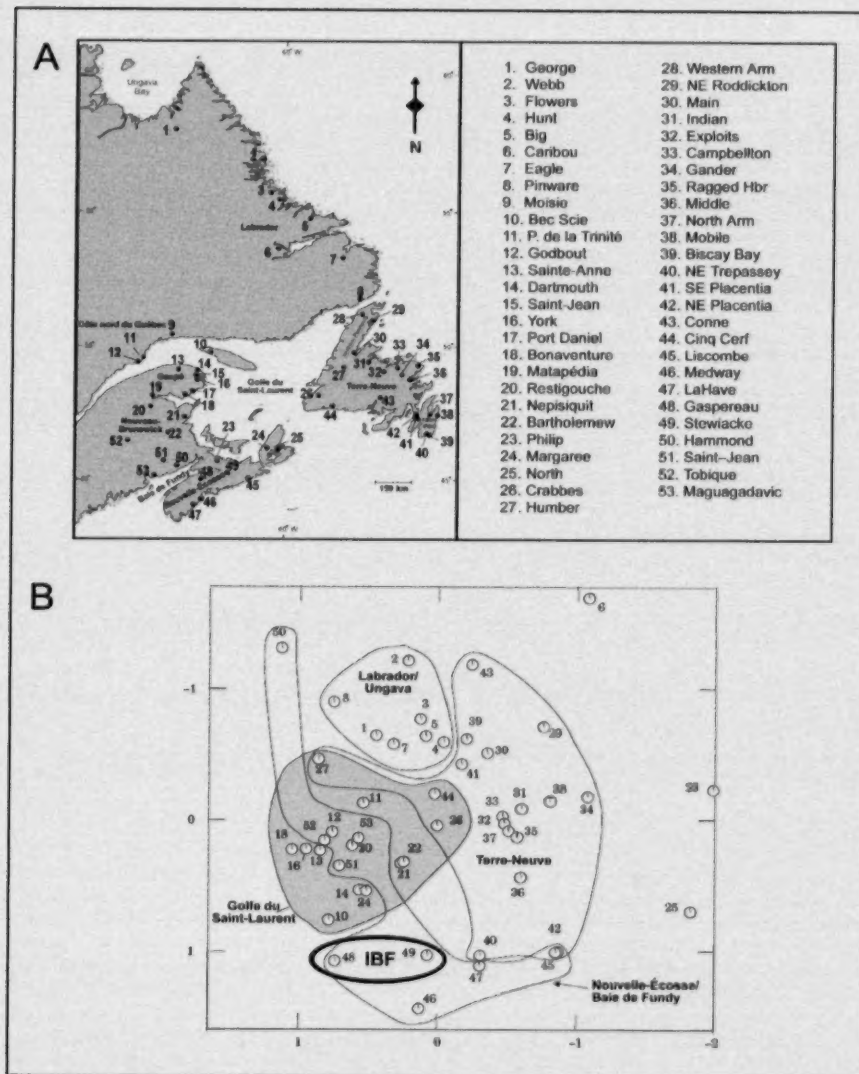


Figure 2. Variations des allozymes dans les populations canadiennes de saumons atlantiques. (a) Emplacement des 53 rivières de l'Est canadien incluses dans une récente étude des allozymes sur plusieurs loci (Verspoor, 2005). (b) Représentation graphique d'une analyse multidimensionnelle des variations des allozymes dans 48 de ces 53 rivières (identifiées par les numéros). Quatre groupes régionaux, sans chevauchement important : Labrador/Ungava, Terre-Neuve, golfe du Saint-Laurent et Nouvelle-Écosse/baie de Fundy. L'exclusion de la rivière Hammond (numéro 50, un affluent de la rivière Saint-Jean de l'extérieur de la baie de Fundy) permet de diviser la région Nouvelle-Écosse/baie de Fundy en 3 sous-groupes : intérieur de la baie de Fundy (numéros 48 et 49), extérieur de la baie de Fundy (numéros 50 à 53) et côte atlantique/eaux intérieures du sud de la Nouvelle-Écosse (numéros 45 à 47). Cette division est confirmée par l'analyse « neighbour-joining » (non montrée ici). Tiré de Verspoor (2005), avec de légères modifications.

Unité désignable : populations de l'intérieur de la baie de Fundy

L'IBF compte 48 rivières, dont 32 à 40 ont peut-être abrité, dans le passé, des populations de saumons atlantiques (National Recovery Team, 2002) (figure 3). L'unité désignable (UD) comprend deux régions principales : la baie de Chignectou (BC), à l'ouest, et le bassin des Mines (BM), à l'est. Les meilleurs renseignements sur les saumons de l'IBF proviennent de deux rivières témoins : la rivière Big Salmon (BC) et la rivière Stewiacke (BM). La baie de Chignectou est adjacente à l'EBF, alors que le bassin des Mines est une région plus insulaire de l'UD.

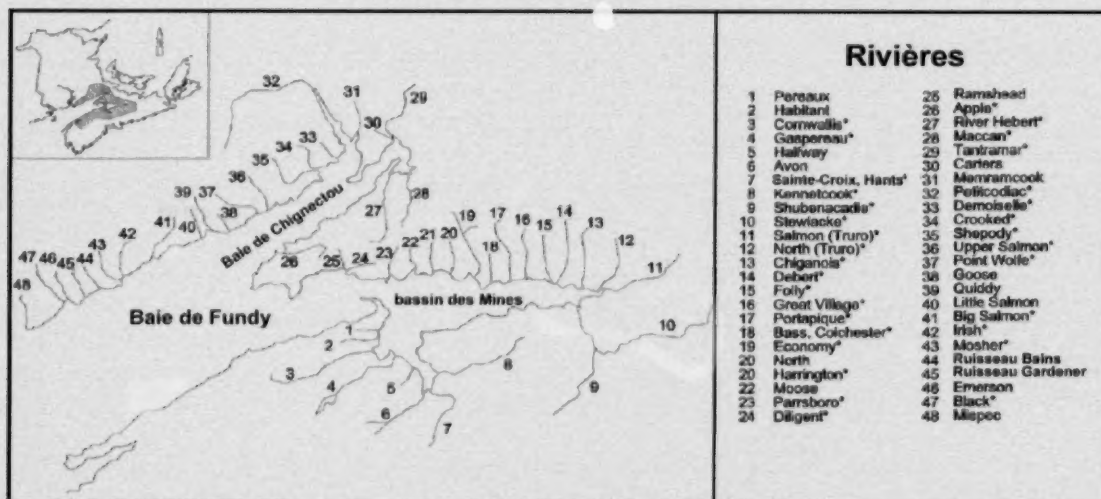


Figure 3. Carte des 48 rivières de l'intérieur de la baie de Fundy (IBF). Les données sur la pêche récréative indiquent qu'au moins 32 rivières (identifiées par des astérisques) ont déjà abrité des populations de saumons atlantiques. Toutefois, au moins 8 autres rivières ont déjà probablement contenu des saumons. Carte tirée de Gibson *et al.* (2003a).

Nous examinons ci-dessous les données qui permettent de conclure que les populations de saumons atlantiques de l'IBF sont distinctes des groupes régionaux qui les entourent, notamment ceux de l'EBF et de la côte de la Nouvelle-Écosse. Notre examen porte sur les caractéristiques génétiques, l'histoire phylogéographique, la sélection locale, le cycle vital, le comportement, la démographie et les ensemencements passés.

Information génétique

Les mesures de la divergence génétique entre les saumons de l'IBF et ceux des autres régions sont réalisées à partir des allozymes, à l'ADN microsatellite et à l'ADN mitochondrial (ADNmt). Chaque marqueur a ses avantages et ses limites comme indicateur de la structure des populations (p. ex. Frankham *et al.*, 2002; Avise, 2004). Notre interprétation se fondera donc sur une combinaison des résultats.

Allozymes. Des analyses récentes de 24 loci d'allozymes pour 53 populations de saumons indiquent que les saumons du bassin des Mines de l'IBF, représenté par les rivières Stewiacke et Gaspereau, sont génétiquement distincts des autres saumons canadiens (Verspoor, 2005). Toutefois, les données génétiques et les analyses statistiques ne sont pas catégoriques. L'analyse multidimensionnelle (figure 2) ne permet de regrouper les saumons des rivières Stewiacke et Gaspereau dans un groupe régional distinct qu'une fois exclue la rivière Hammond (un affluent de la rivière Saint-Jean, située à l'EBF, qui semble abriter une population distincte). Les statistiques résultant des analyses « neighbour-joining » regroupent ensemble les populations des rivières Stewiacke et Gaspereau, mais ne permettent pas de faire des regroupements régionaux de façon aussi évidente. De plus, on doit encore évaluer les allozymes de la majorité des rivières de l'IBF, et il se peut que les rivières échantillonnées jusqu'à maintenant ne reflètent pas la situation de l'IBF dans son ensemble, surtout à cause de l'exclusion de la région de la baie de Chignectou. Les résultats des études sur les allozymes appuient donc partiellement le statut d'UD accordé aux populations de l'IBF, mais ne justifient pas à eux seuls cette désignation.

Microsatellites.

Les études des microsatellites montrent que les rivières de l'IBF contiennent des populations de saumons possédant des degrés élevés d'isolement reproductif et de structure génétique. Toutefois, aucune étude prise individuellement ne fournit de preuves évidentes que les populations de l'IBF forment, dans leur ensemble, un groupe distinct.

1. McConnell *et al.* (1995) : La première étude des microsatellites, qui utilise 3 loci, met en évidence une forte division entre la population de la Stewiacke (IBF:BM; $n = 45$) et 2 populations de la côte néo-écossaise, soit celles des rivières Salmon ($n = 20$) et Gold ($n = 35$) (figure 4).
2. McConnell *et al.* (1997) : Cette étude de plus grande envergure utilise 8 loci et 16 populations (507 individus au total), dont 3 populations du bassin des Mines de l'IBF (rivières Sainte-Croix Wells/Hants [$n = 34$], Stewiacke [$n = 34$] et Gaspereau [$n = 30$]). L'analyse multidimensionnelle et un phénogramme UPGMA de la distance de Roger séparent les 3 populations du bassin des Mines d'un groupe constitué de 10 populations de la côte néo-écossaise, de 2 populations du golfe du Saint-Laurent et de 1 population de Terre-Neuve. Toutefois, les réseaux « neighbour-joining » (réseaux des plus proches voisins) obtenus à l'aide de plusieurs méthodes ne regroupent pas les populations selon une configuration régionale claire.
3. Jones (2001) : Cette thèse de doctorat utilise moins de loci (5), mais étudie des populations de la baie de Chignectou (Point Wolfe [$n = 673$], Upper Salmon [$n = 459$], Big Salmon [$n = 450$], Petitcodiac [$n = 56$]) et du bassin des Mines (Stewiacke [$n = 226$], Gaspereau [$n = 78$]) ainsi qu'une population de l'EBF (Hammond [$n = 113$]) et une autre du golfe du Saint-Laurent (Margaree

[$n = 168$]). Elle suggère que, plutôt que de former des regroupements régionaux distincts, les saumons de chacune des rivières possèdent un certain degré d'isolement reproductif en corrélation avec la distance.

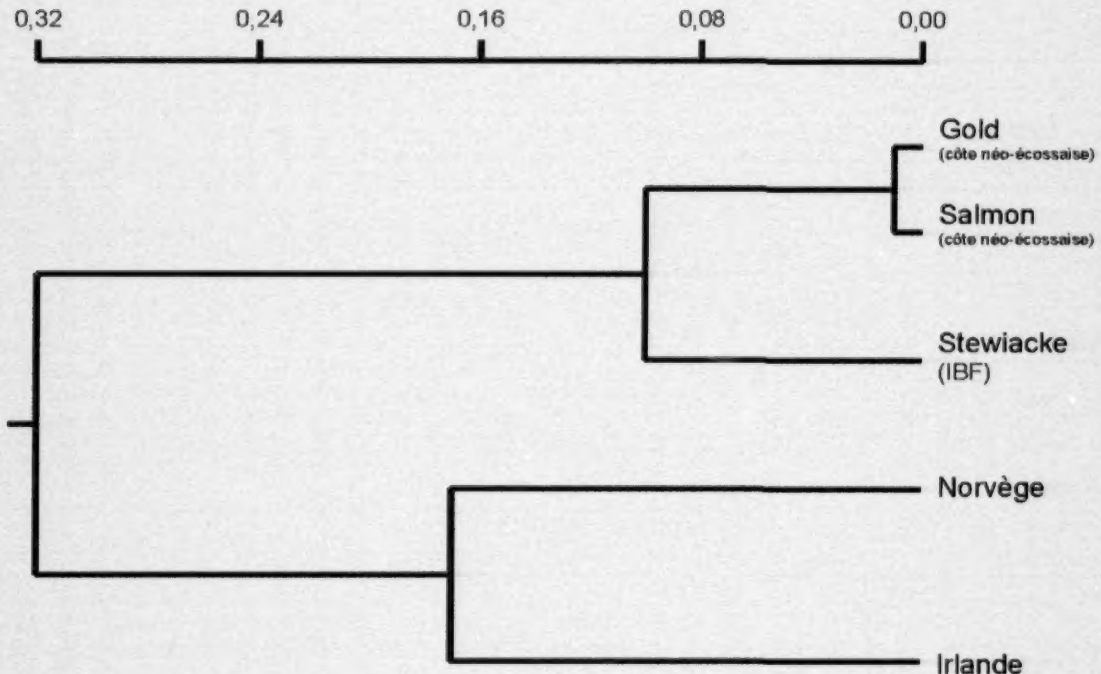


Figure 4. Dendrogramme UPGMA de la distance génétique non biaisée de Nei fondée sur les variations des microsatellites à 3 loci chez 5 populations de saumons atlantiques. Reproduit à partir de McConnell *et al.* (1995).

4. King *et al.* (2001) : Cette vaste étude des microsatellites, qui utilise 12 loci et 27 populations de saumons atlantiques (1 682 individus au total) de toute l'aire de répartition, y compris la Stewiacke (IBF:BM; $n = 56$) et la Saint-Jean (EBF; $n = 66$), conclut que la population de la Stewiacke se distingue clairement de toutes les autres populations nord-américaines, que ce soit d'après les résultats de l'analyse multidimensionnelle ou d'après le réseau « neighbour-joining » selon les distances génétiques. Comme dans l'étude de Jones (2001), la distance génétique est corrélée avec la distance géographique, mais la population de la Stewiacke constitue une exception unique. En effet, cette dernière se distingue fortement des populations de saumons des 2 régions les plus rapprochées : la rivière Saint-Jean de l'EBF et la rivière Gold de la côte néo-écossaise.
5. Spidle *et al.* (2003) : Cette étude utilise 11 loci et 23 populations (3 863 individus au total) et inclut les rivières Stewiacke (IBF:BM; $n = 56$), Saint-Jean (EBF; $n = 66$), Sainte-Croix (EBF, frontière entre le Nouveau-Brunswick et le Maine; $n = 63$) et Gold (côte de la Nouvelle-Écosse; $n = 54$). L'analyse multidimensionnelle et les statistiques issues de la méthodes du « neighbour-

joining » permettent de séparer les 3 régions (BM, EBF, côte néo-écossaise) les unes des autres. De plus, il est possible, à l'aide des statistiques de la méthode du maximum de vraisemblance, d'assigner chaque poisson à sa rivière d'origine : succès d'assignation de 77 p. 100 pour la Stewiacke (population qui a obtenu le 4^e meilleur résultat sur les 23 populations), de 73 p. 100 pour la Sainte-Croix, de 37 p. 100 pour la Saint-Jean et de 80 p. 100 pour la Gold (2^e meilleur résultat sur les 23 populations). Pour les 23 rivières, le taux de succès moyen d'assignation est de 56 p. 100 (le taux de succès aléatoire d'assignation est de 4 p. 100).

6. O'Reilly (en préparation) : Cette analyse microsatellite portant sur de multiples loci et utilisant des échantillons provenant de 24 rivières de l'IBF, de l'EBF et de la côte néo-écossaise est encore en cours de réalisation. Un arbre UPGMA des différences des valeurs de F_{ST} par paire permet de distinguer 2 grands groupes : le premier comprend les rivières de la baie de Fundy (BM : Stewiacke [$n = 822$], Gaspereau [$n = 50$], Economy [$n = 53$], Great Village [$n = 47$]; BC : Big Salmon [$n = 797$], Upper Salmon [$n = 54$], Point Wolfe [$n = 103$]; EBF : Saint-Jean [$n = 152$]), et le deuxième, 8 rivières de la côte néo-écossaise. L'analyse ne permet pas d'établir de distinctions entre les 7 rivières de l'IBF et la rivière Saint-Jean de l'EBF. Les données donnent à penser que la population de la rivière Big Salmon (IBF; BC) est plus étroitement apparentée à celle de la rivière Saint-Jean (EBF) qu'à toute autre population des rivières de l'IBF.

ADN mitochondrial (ADNmt).

Des études récentes des variations aux loci de l'ADNmt fournissent une forte indication de la spécificité phylogénétique des saumons de l'IBF.

1. Verspoor *et al.* (2002) : Une analyse des variations de séquences dans 2 régions du gène mitochondrial ND1 et portant sur 710 paires de base révèle qu'un variant d'haplotype unique (détectable par analyse RFLP à l'aide de l'enzyme *Alu I*) est présent à fréquence modérée (moyenne 0,35; intervalle de 0,17 à 0,75) dans 6 des 9 rivières de l'IBF, mais absent des rivières Saint-Jean (EBF) et Narraguagus (Maine). La répartition de ce variant dans l'IBF est fortement structurée géographiquement, car on le retrouve dans les 6 sites du bassin des Mines, mais pas dans les 3 rivières de la baie de Chignectou (Big Salmon, Irish, Black).
2. Verspoor *et al.* (2004) : Cette étude étend celle de Verspoor *et al.* (2002) à 94 rivières (20 dans l'IBF et 74 ailleurs) de la côte est de l'Amérique du Nord, du Maine à la baie d'Ungava. Le variant du gène ND1 mentionné plus haut était absent des 74 rivières ne faisant pas partie de l'IBF, mais il a été détecté à fréquence modérée dans 11 des 20 rivières de l'IBF, soit dans 10 des 11 rivières du bassin des Mines et dans 1 des 9 rivières de la baie de Chignectou (ruisseau Gardner) (figure 5). De plus, pour les 35 haplotypes étudiés, les analyses typologiques regroupent plusieurs rivières de la baie de Chignectou et du bassin

des Mines. Si le bassin des Mines est le plus différencié de l'EBF, les fréquences des haplotypes indiquent également des différences régionales fortement significatives entre la baie de Chignectou (IBF) et l'EBF.

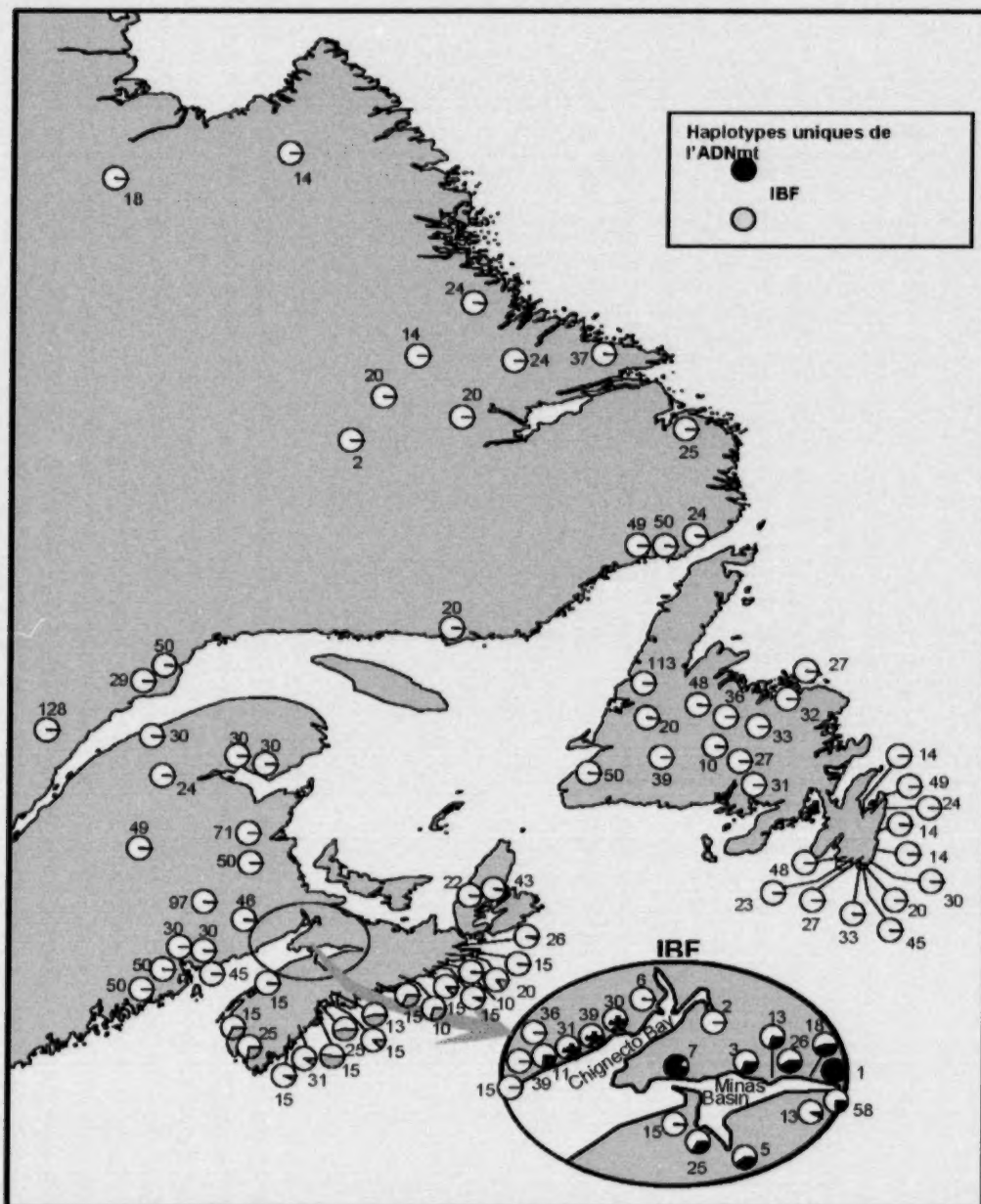


Figure 5. Répartition nord-américaine et fréquence de deux haplotypes de l'ADN mitochondrial uniques à deux régions. Un des haplotypes est limité à l'IBF (coins noirs), et l'autre, au plateau néo-écossais (coins gris). Les nombres indiquent la taille de l'échantillon. Tiré de Verspoor *et al.* (2004). Les astérisques correspondent à 3 rivières de la baie de Chignecto où le variant de l'IBF a depuis été identifié à fréquence faible (O'Reilly, en préparation).

3. O'Reilly (en préparation) : Dans le cadre de cette étude, on effectue des analyses du polymorphisme d'un nucléotide simple (PNS) dans la même région du gène ND1 étudiée dans Verspoor *et al.* (2002, 2004). Ces analyses révèlent la présence du variant d'haplotype unique dans 3 autres rivières de la baie de Chignectou (Upper Salmon, Point Wolfe, Big Salmon). On a donc trouvé le variant dans 4 des 9 rivières échantillonnées dans la baie de Chignectou. Bien que la fréquence dans la baie de Chignectou soit plus faible que dans le bassin des Mines, la conclusion est claire : le variant est présent dans l'IBF et absent ailleurs.

Un problème associé aux études de l'ADNmt est dû au fait que celui-ci est hérité de façon matrilineaire et qu'il permet donc d'évaluer la phylogénie des femelles et non des mâles. Les analyses des microsatellites de O'Reilly (en préparation) suggèrent qu'il existe un flux génétique entre les rivières Big Salmon (IBF: BC) et Saint-Jean (EBF). Si les mâles ont plus tendance à se disperser ou à s'écarter que les femelles, il se peut que les populations de l'IBF et de l'EBF ne soient pas aussi différenciées dans leur ADN nucléaire que dans leur ADNmt.

Néanmoins, il semble, selon ces études de l'ADNmt, qu'il existe trois lignées évolutives distinctes dans la baie de Fundy : celle du bassin des Mines, celle de la baie de Chignectou et celle de l'EBF. La spécificité de la région de la baie de Chignectou est moins évidente, mais il semble qu'elle soit partiellement partagée avec celle du bassin des Mines et différente de celle de l'EBF.

Histoire phylogéographique

On peut aussi comprendre le caractère distinct des saumons de l'IBF en reconstruisant leur histoire phylogéographique (Bernatchez et Wilson, 1998; Avise, 2000). Au point culminant de la dernière glaciation, il y a 18 000 ans, la région de la baie de Fundy était couverte par les glaces (Pielou, 1991). On croit qu'il existait alors plusieurs refuges glaciaires, maintenant sous l'océan, sur les îles de l'est et sur les plateformes situées près de la baie de Fundy. On croit également que d'autres refuges se trouvaient dans les rivières situées au sud de ce qui est maintenant Long Island. Une reconstruction détaillée indique que des parties de l'IBF ont été les premières zones côtières libres de glace (Pielou, 1991; Shaw *et al.*, 2002) et ont donc été les premiers sites disponibles pour la colonisation par les saumons. Verspoor *et al.* (2002) suggèrent que la colonisation par les saumons a commencé dans la baie de Chignectou de l'IBF et que les populations établies dans cette région ont ensuite colonisé le bassin des Mines à mesure que les glaces s'en retiraient. De plus, on croit que, pendant quelques milliers d'années par la suite, le bassin des Mines a constitué un bassin hydrologique unique, ce qui pourrait expliquer les fortes ressemblances génétiques entre ses populations actuelles. Les saumons de l'IBF pourraient donc avoir une histoire de colonisation différente de celle des saumons de l'EBF.

Sélection locale

L'écosystème de l'IBF est physiquement et hydrologiquement unique à cause de ses marées extrêmes (Greenberg, 1987). Les niveaux de marée augmentent à mesure que l'on pénètre dans l'IBF : dans le bassin des Mines, la différence moyenne entre basse et pleine mer est d'environ 12 mètres; le débit entrant dans le bassin des Mines est égal à environ 2 000 fois le débit sortant du fleuve Saint-Laurent (Thurston, 1990). Ce mouvement extrême est la source d'une érosion généralisée des côtes et du substrat de sable et d'argile de l'IBF, et donc de la quantité importante de limon en suspension dans l'eau, limon qui est respiré par le saumon résidant et en migration. Les entrées des rivières sont dynamiques : les mascarets déferlent dans nombre de rivières et laissent, en quittant, des passages peu profonds. Ces conditions difficiles entraînent presque certainement des pressions sélectives différentes de celles rencontrées ailleurs par les saumons atlantiques et sont susceptibles de contribuer à l'isolement génétique en éliminant les saumons qui n'y sont pas adaptés.

Caractéristiques du comportement, de la démographie et du cycle vital

Si les saumons de l'IBF forment un groupe différent de ceux de l'EBF et de la côte néo-écossaise, il est normal qu'il possède un cycle de vie, une démographie et un comportement différents. Ces aspects ont été peu étudiés. Les meilleures données sur le cycle vital portent sur l'âge et la distribution entre les sexes à la maturité dans les rivières Big Salmon (BC) et Stewiacke (BM) de l'IBF ainsi que dans la rivière Saint-Jean de l'EBF. Une plus grande proportion des adultes des rivières Big Salmon et Stewiacke atteignent la maturité après un hiver en mer (HM) et une plus grande partie d'entre eux sont des femelles. Dans l'IBF, la proportion moyenne des retours après 1 HM est d'environ 93 p. 100, et environ 72 p. 100 de ces poissons sont des femelles (Stewiacke = 94,4 p. 100 après 1 HM, 72,2 p. 100 de femelles, $n = 298$; Big Salmon = 91,8 p. 100 après 1 HM, 70,8 p. 100 de femelles, $n = 3\,334$) (Amiro et McNeill, 1986; Amiro, 2003). À l'EBF, environ 55 p. 100 des poissons retournent après 1 HM, et 14 p. 100 d'entre eux sont des femelles (Hutchings et Jones, 1998). Les populations de l'IBF tendent également à être itéropares (Amiro, 2003).

Il se peut aussi que le comportement migratoire des saumons de l'IBF diffère de ceux de l'EBF et des autres saumons des Maritimes si l'on se fie à l'hypothèse voulant que les smolts de l'IBF atteignent l'âge adulte dans les eaux locales, notamment celles de la baie de Fundy et du nord du golfe du Maine (Jessop, 1976; Ritter, 1989; Amiro, 2003), alors que les autres populations canadiennes migrent normalement vers le nord, au large du Labrador, de Terre-Neuve et du Groenland (Hutchings et Jones, 1998). Aucun des quelque 30 000 smolts des rivières Big Salmon et Stewiacke marqués et élevés en éclosérie, puis relâchés dans l'IBF entre 1985 et 1990 n'a été capturé par les pêcheurs de Terre-Neuve ou du Groenland (Amiro, 2003). On n'en a pas non plus capturé parmi les saumons qui retournaient dans les rivières. De plus, la maturité précoce et l'itéroparité des saumons de l'IBF soutiennent l'hypothèse d'une migration locale. Toutefois, des individus d'au moins une population de l'IBF (celle de la rivière Gaspereau) ont été pêchés à Terre-Neuve et au Groenland. Il se peut donc que le

comportement migratoire varie selon la rivière de l'IBF. Il se peut aussi que la migration varie à l'intérieur d'une même rivière : une récente étude de surveillance des post-smolts de la rivière Big Salmon a révélé que certains (environ 40 p. 100) sortaient rapidement de l'IBF pour n'y plus revenir, alors que la majorité d'entre eux (environ 60 p. 100) sortaient initialement de la baie, mais s'y établissaient par la suite pendant au moins 2 mois (Lacroix *et al.*, 2005). La résidence dans des habitats près de la côte ne constitue pas nécessairement une anomalie ou une caractéristique unique aux populations de la baie de Fundy : on a détecté de tels post-smolts près des côtes à la fin de l'été dans le nord du golfe du Saint-Laurent et dans la mer Baltique (Lacroix *et al.*, 2005). Dans une méta-analyse récente et inédite des données de recapture, Dadswell (2004) a évalué que les comportements migratoires des poissons sortant des rivières Big Salmon (IBF) et Saint-Jean (EBF) ne sont pas statistiquement différents. Le rédacteur note que l'absence d'une pêche historique dans la baie de Fundy ou le golfe du Maine, l'absence de retour des poissons marqués à partir de ces zones entre octobre et le début de mai (malgré la pêche commerciale aux autres espèces à l'aide d'engins qui permettraient aussi la capture des saumons) et la ressemblance entre la migration côtière des saumons de l'IBF et de l'EBF sont des facteurs qui contredisent l'hypothèse d'une migration locale. Dadswell (2004) émet l'hypothèse que le faible taux de recapture des poissons marqués est dû à la distance à parcourir à partir de la baie (jusqu'à 300 km), aux forts courants de marée, à la rétention possible causée par le tourbillon océanique au milieu de la baie et à l'organisation temporelle de la pêche. On ne s'entend donc pas sur le comportement migratoire des saumons de l'IBF.

Certains indices laissent croire que les populations de l'IBF sont séparées démographiquement des populations de la côte néo-écossaise (Amiro, 2003); toutefois, des études démographiques détaillées sont nécessaires. Les quelques données existantes sur le cycle vital, le comportement et la démographie appuient donc, jusqu'à un certain point, la désignation de l'IBF comme UD.

Historique de l'ensemencement

Les organismes de gestion et les groupes publics ont beaucoup semencé les rivières de l'IBF : plus de 40 millions de saumons y ont été relâchés depuis 1900 (Gibson *et al.*, 2003b). Comme la plupart de ces poissons proviennent de l'extérieur de l'IBF, on se demande si l'introggression de gènes externes aurait détruit toute la structure démographique locale et les adaptations des populations de l'IBF. Environ 80 p. 100 des ensemencements datent d'avant les années 1960 et ont été faits avec des alevins. Après 1960, les ensemencements ont été faits avec des tacons, puis avec des smolts. Des ensemencements à l'aide d'alevins ont aussi été réalisés dans toutes les Maritimes ainsi que dans le Maine, où plus de 96 millions d'individus ont été déversés depuis 1870 (Baum, 1997). Toutefois, ces ensemencements intensifs ne semblent pas avoir entraîné de perte significative de la structure génétique dans les Maritimes ou dans le Maine. Elson (1957, cité par Gibson *et al.*, 2003b) a conclu que l'ensemencement à l'aide d'alevins a eu une influence négligeable sur le recrutement des adultes dans les Maritimes. Baum (1997), quant à lui, a conclu, à partir de données sur le marquage expérimental d'alevins et de tacons dans les années 1940 et 1950,

que les retours d'adultes allaient « de négligeables à nuls ». Les études des microsattellites de King *et al.* (2001) et de O'Reilly (en préparation) révèlent qu'il existe, malgré l'ensemencement, une forte diversité génétique entre les populations, qu'elles soient de la même rivière ou de rivières différentes. Une évaluation détaillée des effets de l'ensemencement, effectuée récemment par le National Research Council (2002), a conclu que les populations sauvages de saumons atlantiques peuvent conserver leur spécificité génétique, malgré un ensemencement intensif. Par conséquent, même s'il est légitime de se préoccuper des questions liées à l'ensemencement, il se peut que l'intégrité de l'UD que forment les populations de l'IBF soit restée en grande partie intacte ou, du moins, qu'elle n'ait pas été sérieusement compromise.

Résumé de la désignation comme UD

Les observations tirées des études génétiques, phylogéographiques, comportementales et démographiques ainsi que de celles sur la sélection locale laissent croire à l'existence de plusieurs lignées de saumons dans la baie de Fundy. De nombreuses données sur l'ADNmt indiquent que l'IBF est une région unique, mais l'ADN microsatellite indique qu'il pourrait y avoir un flux génétique en provenance de l'EBF. Il est important de noter que la « frontière » actuelle entre l'IBF et l'EBF tient compte de la différence des caractéristiques biologiques des deux plus importantes rivières (la Big Salmon, dans la baie de Chignectou de l'IBF, et la Saint-Jean de l'EBF), mais qu'elle ne repose pas sur des différences physiques. La reconstruction phylogéographique fournit une explication possible de la divergence biologique dans la baie de Fundy. La sélection locale et l'isolement spatial résultant des caractéristiques hydrodynamiques et géographiques extrêmes de la baie contribuent peut-être aussi à l'évolution des différences dans le cycle vital, le comportement et la démographie. En résumé, on peut dire qu'il existe des preuves convaincantes, quoique imparfaites, que l'IBF constitue vraiment une UD du COSEPAC pour le saumon atlantique.

RÉPARTITION

Aire de répartition mondiale

La figure 6a montre l'aire de reproduction en eau douce du saumon atlantique sauvage. Selon le Fonds mondial pour la nature (WWF, 2001), les saumons occupent, dans le monde, 2 615 rivières. L'aire de répartition s'est contractée vers le nord des 2 côtés de l'Atlantique; en Amérique du Nord, l'espèce a disparu des deux tiers de son aire de répartition aux États-Unis (p. ex. il n'y a plus de saumons sauvages dans le Connecticut) et est en voie de disparition dans le Maine (National Research Council, 2004). Aujourd'hui, la plupart des saumons atlantiques se trouvent dans des élevages un peu partout dans le monde, mais sous une forme divergente, appelée *Salmo domesticus* (Gross, 1998).

(a)



(b)

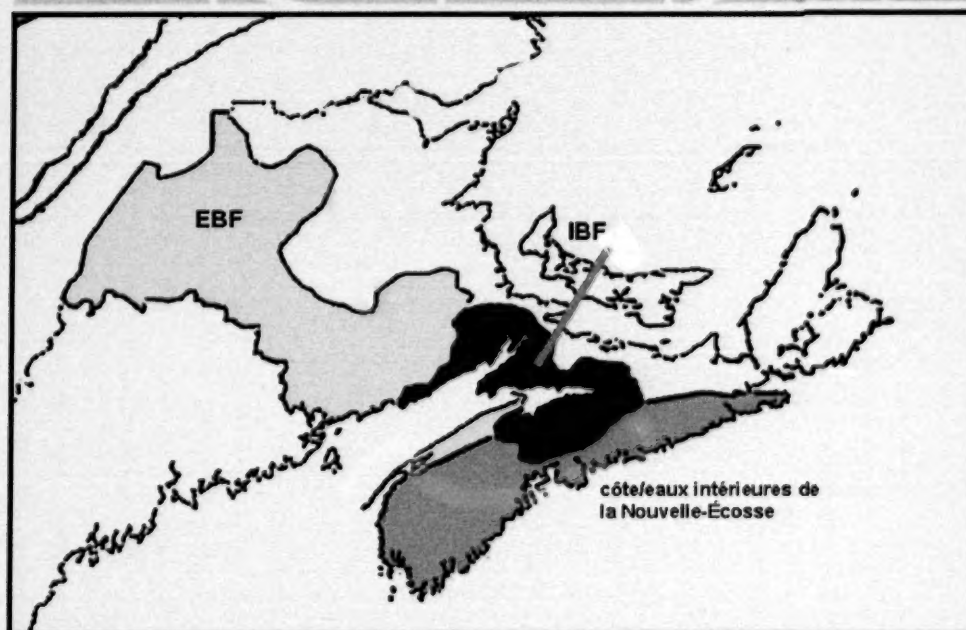


Figure 6. Aire de répartition du saumon atlantique et UD de l'IBF.

(a) Carte de l'aire de reproduction en eau douce du saumon atlantique anadrome. Tirée de Baum (1997). (b) Carte des frontières approximatives de trois régions d'eau douce canadiennes habitées par le saumon atlantique. À partir d'une figure fournie par Larry Marshall (MPO, Institut océanographique de Bedford).

Aire de répartition canadienne

L'aire de répartition canadienne correspond en gros à un tiers de l'aire de répartition mondiale et elle s'étend de la rivière Sainte-Croix (à la frontière avec le Maine) aux approches de la baie d'Ungava, au Québec, avec une population supplémentaire dans l'est de la baie d'Hudson (MacCrimmon et Gots, 1979; Scott et Crossman, 1998). Selon le WWF (2001), les saumons atlantiques occupent environ 550 rivières canadiennes, soit 21 p. 100 du nombre de rivières occupées par l'espèce dans le monde.

Aire de répartition de l'UD de l'IBF

Toute l'UD de l'IBF se trouve dans l'Est canadien. Elle comprend toutes les rivières se déversant dans la baie de Fundy, situées entre la rivière Mispéc (la première au nord-est de la rivière Saint-Jean, au Nouveau-Brunswick) et la rivière Pereaux (la première rivière au nord-est de la rivière Annapolis, en Nouvelle-Écosse) (figures 3 et 6b). Les données sur les prises des pêcheurs sportifs indiquent que 32 rivières de la région contenaient des saumons atlantiques adultes (Amiro, 2003), mais que l'espèce aurait déjà habité plus de 40 rivières (National Recovery Team, 2002).

En se basant sur une estimation de la superficie totale des bassins hydrologiques (à partir de la carte de Gibson *et al.*, 2003a), on évalue l'aire de présence en eau douce à environ 40 000 km². L'aire potentielle d'occupation en eau douce est supérieure à 9 km², soit la superficie des 22 rivières pour lesquelles on a estimé les zones d'habitat (Amiro, 2003). On peut difficilement calculer la superficie des aires de présence et d'occupation en mer, étant donné l'incertitude importante quant à la migration des saumons de l'IBF vers la mer; on sait toutefois que cette superficie comprend au moins la baie de Fundy et les eaux océaniques limitrophes.

HABITAT

Exigences et tendances en matière d'habitat d'eau douce

Les rivières habitées par les saumons atlantiques sont, en règle générale, claires, froides et bien oxygénées, avec des pentes faibles à modérées et des fonds de gravier, de galets et de roches (National Recovery Team, 2002). À différents stades de leur vie, les saumons utilisent les radiers, les rapides, les fosses et les platins. Les juvéniles se nourrissent d'invertébrés à la dérive. En été, la température de l'eau varie habituellement entre 15 et 25 °C. On connaît les besoins précis en habitat d'eau douce des saumons de l'IBF, et il existe des indices de qualité associés à l'été et à l'hiver. Ces indices, comme le gradient, ont été utilisés afin d'estimer l'aire et la capacité de production de 22 rivières de l'IBF (figure 7). La capacité de production des juvéniles varie fortement d'une rivière à l'autre, mais les rivières de l'IBF possèdent à l'heure actuelle toute une gamme d'habitats, et l'on croit qu'elles conviennent bien à la production de saumons (Gibson *et al.*, 2004).

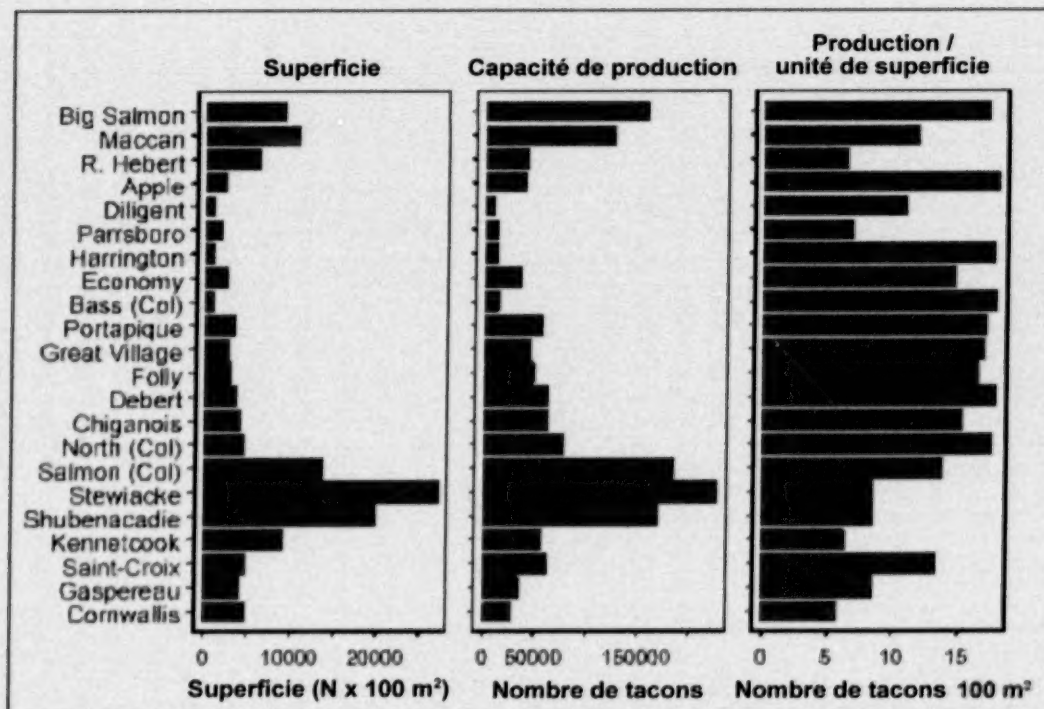


Figure 7. Superficie, capacité de production de tacons d'âge 1 et plus et production par unité de surface pour 22 rivières à saumons de l'IBF. La superficie a été estimée à partir de photographies aériennes et d'orthophotocartes. La capacité de production a été estimée en considérant la pente du cours d'eau (obtenue à partir des orthophotocartes) comme un déterminant de la qualité de l'habitat. L'abréviation « Col » signifie « Colchester Co. » (Nouvelle-Écosse). Tiré d'Amiro *et al.* (2003).

Aucune perte d'habitats d'eau douce ne permet d'expliquer le déclin des populations de saumons atlantiques de l'IBF depuis la fin des années 1980 (National Recovery Team, 2002). À partir de la deuxième moitié du XIX^e siècle, l'habitat d'eau douce a été affecté par l'exploitation forestière, l'agriculture et l'aménagement de ponts-jetées. Des barrières à la migration des saumons, comme les barrages, les digues et les ponts-jetées, ont aussi affecté de nombreuses rivières de l'IBF. Par exemple, on estime que la rivière Petitcodiac produisait autrefois 20 p. 100 des saumons de l'IBF (National Recovery Team, 2002), mais l'aménagement d'un pont-jetée, en 1968, a en grande partie empêché la migration des adultes et des smolts (Locke *et al.*, 2003). Le pH des rivières de l'IBF est normalement au-dessus de 6,0, et l'acidité, qui est un problème ailleurs (voir, p. ex., Lacroix et Knox, 2005), n'est pas un facteur du déclin continu des populations. Bien qu'il fasse peu de doutes que la construction d'ouvrages qui bloquent l'accès aux habitats de fraye et de croissance a contribué à la diminution de la capacité de production des saumons de l'IBF aux cours des deux derniers siècles, ces événements ne coïncident pas avec l'effondrement démographique récent (voir « Taille et tendances des populations »). Dans leur récente évaluation de l'habitat essentiel, Trzcinski *et al.* (2004) ont conclu que la viabilité des populations (et le

rétablissement jusqu'à des limites qui assurent la conservation des stocks) ne peut être atteinte en augmentant la quantité ou la qualité des habitats d'eau douce. Ils ont également noté que les poissons provenant de la banque de gènes vivants (voir « Protection actuelle ou autres désignations de statut ») qui sont lâchés en eau douce semblent bien survivre (c'est-à-dire jusqu'à ce qu'ils deviennent des smolts), mais que leur taux de mortalité en mer est élevé. Cela ne veut pas dire qu'il n'existe pas de problèmes liés à l'habitat d'eau douce dans l'IBF : quelques rivières sont touchées par des obstacles au passage, des problèmes de qualité de l'eau et une perte d'habitats liée à plusieurs facteurs. Actuellement, toutefois, les saumons de l'IBF semblent disposer d'une abondance d'habitats d'eau douce de qualité (Amiro *et al.*, 2003; Gibson *et al.*, 2004; Trzcinski *et al.*, 2004). Et pourtant, le nombre de saumons continue à diminuer.

Exigences et tendances en matière d'habitat marin

Les besoins en habitat marin des saumons atlantiques de l'IBF sont moins connus que ceux en habitat d'eau douce. La température de l'eau est un des seuls indicateurs de qualité actuellement disponibles : on croit que les saumons atlantiques fréquentent des eaux variant entre 1 et 13 °C et qu'ils préfèrent une eau autour de 8 °C (Reddin et Friedland, 1993). Parce qu'ils reçoivent de l'eau de mer, la baie de Fundy et le golfe du Maine ont des eaux qui sont dans cette gamme de températures, et la présence de 2 proies importantes (le lançon et le krill; National Recovery Team, 2002) rend possible l'occupation. Toutefois, une évaluation récente de l'habitat fondée sur la température à la surface de la mer montre comment le milieu marin pourrait devenir contraignant pour les saumons de l'IBF (Amiro *et al.*, 2003). Un changement relativement minime dans le milieu marin, une restriction dans son utilisation ou l'introduction de nouveaux stressseurs (p. ex. des maladies) à la fin de l'été pourrait nuire à la survie du saumon.

L'effondrement des populations de l'IBF semble dû à une diminution du taux de survie en mer du smolt à l'adulte. Il se peut qu'au moins 3 mécanismes soient à l'origine de la détérioration prononcée de la qualité des habitats marins et de l'abondance des saumons. D'abord, on a construit, dans la baie de Fundy, plus de 400 obstacles aux marées et, même si leur construction date d'avant 1970 (Wells, 1999), il est possible qu'avec le temps les effets cumulatifs aient altéré négativement l'écosystème de l'IBF pour les saumons. Ensuite, au cours des 20 dernières années, une importante industrie aquacole s'est installée dans l'ouest de la baie de Fundy, le nord du golfe du Maine et le sud-ouest de la côte néo-écossaise (figure 8). Enfin, il semble qu'il y ait une diminution de la production primaire dans des parties de l'Atlantique Nord-Ouest (Gregg *et al.*, 2003). Comme on l'a récemment montré pour l'est du plateau néo-écossais (Choi *et al.*, 2004), il se peut que cette diminution soit la source de changements dramatiques dans le flux énergétique, l'état physiologique des poissons et de structure des communautés. La chute de la production primaire est peut-être causée par les changements climatiques, la baisse des températures locales (Drinkwater *et al.*, 2003) et le fait que la production primaire nette ne peut compenser l'énorme retrait de biomasse causé par les pêches marines (Choi *et al.*, 2004). Il se peut aussi que les saumons atlantiques de l'IBF aux stades de smolt et de post-smolt soient la proie de

mammifères marins dans la baie de Fundy, notamment le phoque commun (*Phoca vitulina*) et le phoque gris (*Halichoerus grypus*), mais la mortalité due à ce type de prédation n'a pas été estimée. Ces tendances seront abordées de façon plus détaillée dans la section « Facteurs limitatifs et menaces ».

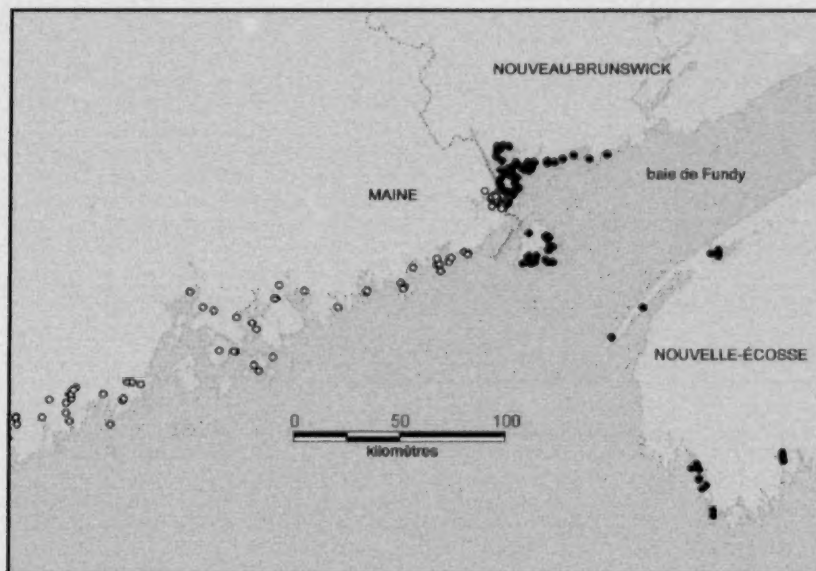


Figure 8. Carte des installations aquacoles à l'EBF et le golfe du Maine en 2003. Toutes les piscicultures canadiennes (points noirs) et américaines (points blancs) agréées sont montrées. Toutefois, ce ne sont pas toutes les piscicultures qui sont en activité. Il n'y a aucun élevage de saumons dans l'IBF. Carte fournie par Blythe Chang (MPO, St. Andrews).

Protection et propriété

Seules des portions de 2 rivières de l'IBF, soit 77 p. 100 de la rivière Upper Salmon et 58 p. 100 de la rivière Point Wolfe, font partie de terres protégées par le gouvernement fédéral (parc national Fundy). Ces 2 rivières contiennent une toute petite proportion des saumons de l'IBF et ne peuvent représenter une protection adéquate des habitats d'eau douce. Toutes les autres rivières passent par des terrains privés ou appartenant à une province (National Recovery Team, 2002). La *Loi sur les pêches*, mise en œuvre par le Ministère des Pêches et des Océans (MPO), prévoit quelques responsabilités pour la protection de tous les habitats dulcicoles et marins, y compris des mesures pour limiter la détérioration et la destruction de l'habitat ainsi que l'accessibilité et l'introduction dans l'eau de substances nocives.

BIOLOGIE

Généralités

On connaît relativement bien la biologie du saumon atlantique (p. ex. Baum, 1997; Scott et Crossman, 1998). L'annexe 1 fournit un résumé général; dans les sections suivantes, nous décrivons les caractéristiques biologiques des saumons atlantiques de l'IBF.

Biologie de l'UD constituée des saumons atlantiques de l'intérieur de la baie de Fundy

Les meilleures données sur le cycle vital et la démographie des saumons atlantiques de l'IBF proviennent de deux importantes rivières à saumons, la Big Salmon et la Stewiacke (tableau 1), et sont décrites par Amiro (2003).

Tableau 1. Distribution des saumons des rivières Big Salmon et Sewiacke selon l'âge de première maturité, le nombre d'hivers en mer (HM), l'âge post-smolt, le nombre de frayes, la longueur moyenne, la fécondité, le pourcentage de femelles et le pourcentage selon l'âge. Les valeurs pour la rivière Stewiacke ont été déterminées à partir de 298 individus classés par âge recueillis par des pêcheurs commerciaux et sportifs en 1983. Les valeurs pour la rivière Big Salmon ont été déterminées à partir de 3 334 individus classés par âge recueillis à une barrière de dénombrement entre 1965 et 1973. Tiré de Amiro (2003).

Rivière Big Salmon

Âge post-smolt	Fraye						Nombre	Longueur moyenne des femelles (cm)	Fécondité moyenne (œufs)	Pourcentage de femelles	Pourcentage de l'échantillon
	1 ^{re}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e	6 ^e					
1HM											
1	0						1 659	52,9	3 142	66	49,8
2	1						673	63,1	4 263	67	20,2
3	1	2					483	71,9	5 546	81	14,5
4	1	2	3				189	78,1	6 676	92	5,7
5	1	2	3	4			45	83,1	7 752	100	1,3
6	1	2	3	4	5		7	83,5	7 846	100	0,2
7	1	2	3	4	5	6	1	88,0	8 975	100	0,0
2HM											
2	0						132	71,6	5 497	89	4,0
3	2						115	77,5	6 557	86	3,4
4	2	3					25	81,6	7 412	92	0,7
5	2	3	4				5	81,6	7 412	80	0,1

Rivière Stewiacke										
Âge post-smolt	Fraye				Âge en eau douce	Nombre	Longueur moyenne (cm)	Fécondité moyenne (œufs)	Pourcentage de femelles	Pourcentage de l'échantillon
	1 ^{re}	2 ^{re}	3 ^{re}	4 ^{re}						
1HM										
1	0				2	204	52,7	2 999	73	68,5
1	0				3	12	54,9	3 252	50	4,0
2	1				2	38	64,4	4 613	66	12,8
2	1				3	8	61,8	4 192	62	2,7
3	1	2			2	9	73,0	6 331	89	3,0
3	1	2			3	2	71,6	6 013	100	0,7
3	1				2	7	78,0	7 610	100	2,3
5	1	2	3	4	2	1	96,3	14 923	100	0,3
2HM										
2	0				2	7	72,1	6 125	100	2,3
2	0				3	2	75,0	6 814	100	0,7
3	2				2	3	79,4	8 012	66	1,0
3	2				3	1	--	--	--	0,3
4	2	3			2	4	80,8	8 436	100	1,3

La plupart des tacons de l'IBF smoltifient après deux ans en eau douce, mais peut-être aussi tard qu'en juillet dans certaines rivières (comme la rivière Little, un affluent de la Stewiacke), et leur taille est alors probablement semblable à celle des saumons ne faisant pas partie de l'UD. On connaît peu le comportement migratoire des saumons de l'IBF après l'entrée en mer (voir « Information sur l'espèce »). Alors que les autres populations de saumons (comme celle du Maine) migrent vers les eaux lointaines au large du Labrador et du Groenland (Baum, 1997), il se peut que les saumons de l'IBF restent dans la baie de Fundy et le golfe du Maine. Il se peut aussi que la migration soit simplement retardée par la distance et par les conditions océaniques locales. Quel que soit le comportement migratoire, presque tous les saumons de l'IBF atteignent la maturité après un hiver en mer et frayent chaque année, contrairement aux saumons du Maine, qui atteignent la maturité plus tard et qui frayent une année sur deux. La meilleure estimation du taux de survie en mer provient d'une étude sur les retours des smolts sauvages de la rivière Big Salmon entre 1966 et 1971 (Ritter, 1989). Ce taux variait alors entre 1,0 et 9,7 p. 100 (moyenne = 6,0 p. 100); le taux de retour actuel pour la rivière Big Salmon (smolts de 2002) est d'environ 0,3 p. 100 (Gibson *et al.*, 2004). La meilleure estimation de la durée d'une génération de saumons de l'IBF est de 3,7 ans, et on la calcule à partir de l'âge moyen à la migration des smolts (2,6 ans) et de l'âge moyen à première maturité (1,1 an) pour la rivière Big Salmon (de 1965 à 1973; Jessop cité par Amiro, 2003). Une étude inédite dans un affluent indique qu'une proportion relativement élevée de tacons mâles peuvent atteindre la maturité en eau douce et survivre jusqu'à la smoltification (Amiro, 2003). Dans des conditions expérimentales contrôlées, les tacons mâles matures sont capables de féconder une partie importante des œufs et ils participent probablement de façon positive à la taille effective de la population (p. ex. Jones et Hutchings, 2002). Nous n'avons pas tenu compte de ces

tacons mâles matures dans le calcul de la durée d'une génération parce que leur contribution proportionnelle à la fraye n'a été estimé pour aucune des rivières à saumons de l'IBF. La meilleure estimation de la taille corporelle des femelles est de 61,5 cm, et la production moyenne d'œufs est de 4 060, si l'on s'appuie sur les données provenant de la rivière Big Salmon (de 1965 à 1973) (Amiro, 2003). Il se peut toutefois que ces données comprennent des poissons d'écloserie. Selon une étude inédite, la relation entre la fécondité et la taille corporelle chez les saumons de l'IBF est semblable à celle observée dans les populations de l'EBF et de la côte et des eaux intérieures du sud de la Nouvelle-Écosse (Amiro, 2003). Bien que la majorité des saumons de l'IBF atteignent la maturité après un hiver en mer, on croit que le taux de survie relativement élevé des femelles d'une année à l'autre fait en sorte que la majorité des œufs, et donc des recrues, proviennent de saumons itéropares. Amiro (2003) a calculé, à partir d'un échantillon total de 3 334 adultes retournant dans la rivière Big Salmon entre 1965 et 1973, que les saumons itéropares représentaient 68 p. 100 de la ponte potentielle. Bien que les adultes ayant passé un hiver en mer forment 50 p. 100 de la population, ils ne représentent que 25 p. 100 de la ponte potentielle (les 7 p. 100 restants proviennent des femelles vierges ayant passé 2 hivers en mer).

Les saumons atlantiques de l'IBF sont la proie d'oiseaux (p. ex. les martins-pêcheurs, les harles, les cormorans et les fous de Bassan), de poissons (p. ex. bar d'Amérique) et de phoques. S'il est peu probable que la prédation en eau douce contribue au déclin des saumons de l'IBF, il se peut que la prédation pendant la migration des smolts et en mer joue un rôle. On croit que, dans certaines zones, les mouettes et goélands, les fous de Bassan et les cormorans capturent un grand nombre de smolts et de post-smolts. Montevecchi *et al.* (2002), par exemple, écrivent que la prédation du saumon atlantique par les fous de Bassan au large de Terre-Neuve a plus que décuplé entre les années 1980 et les années 1990. Dans la baie de Fundy, les smolts et les post-smolts de l'IBF sont peut-être aussi la proie de mammifères marins, comme le phoque commun (*Phoca vitulina*) et le phoque gris (*Halichoerus grypus*), mais on n'a pas évalué l'importance de cette prédation. Une étude de localisation acoustique des post-smolts (Lacroix *et al.*, 2005) indique que le taux de mortalité des saumons de l'IBF dans les premiers mois suivant le départ de la rivière (c'est-à-dire lorsque les post-smolts sont particulièrement vulnérables à la prédation) est étonnamment faible.

Enfin, on sait qu'un grand nombre de maladies et de parasites peuvent infecter les saumons atlantiques. Leur pathologie est intéressante, entre autre à cause de l'industrie de l'aquaculture. Mackinnon *et al.* (1998) ont documenté l'incidence des maladies et des agents pathogènes des poissons en eau douce et en mer, et ce, tant chez les salmonidés d'élevage (de 1993 à 1998) que chez les salmonidés sauvages (de 1987 à 1998) des provinces Maritimes du Canada. Des 11 maladies ou agents pathogènes examinés dans les Maritimes (à l'exception du pou du poisson), 10 ont été observés dans des piscicultures et 5 dans des populations sauvages. Au Nouveau-Brunswick, 3 des 6 maladies et agents pathogènes observés dans les piscicultures (à l'exception du pou du poisson) ont été observés dans des populations sauvages. Il existe au moins un cas documenté de transmission à des saumons atlantiques

sauvages d'une maladie considérée jusqu'alors comme unique aux saumons d'élevage. Jusqu'en 1998, le virus de l'anémie infectieuse du saumon (VAIS) n'avait été identifié que chez des saumons atlantiques élevés en parcs de filet. En 1998, par exemple, on a recherché le VAIS dans des cellules de la région antérieure des reins (SHK) prélevées chez 911 poissons sauvages du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse (335 non-salmonidés et 576 salmonidés); les résultats de tous les tests étaient négatifs (Mackinnon *et al.*, 1998). Toutefois, en 1999, le VAIS a été détecté chez des saumons atlantiques sauvages de la rivière Magaguadavic, au Nouveau-Brunswick (www.asf.ca). On ne sait pas comment les saumons sauvages ont contracté ce virus, mais il s'agit du premier cas documenté de VAIS chez les saumons atlantiques sauvages. Au début de 2001, on a, pour la première fois, détecté le VAIS chez des saumons atlantiques d'élevage dans le Maine (Young, 2001).

TAILLE ET TENDANCES DES POPULATIONS

Activités de recherche et qualité des données

Le MPO et en particulier le groupe de travail sur l'IBF de l'Institut océanographique de Bedford ont dépensé beaucoup d'énergie à mesurer la taille et les tendances des populations. En plus d'analyser les données sur les prises commerciales de saumons atlantiques de l'IBF pendant plus de 1 siècle, on a rassemblé des données détaillées sur le nombre d'adultes et de juvéniles dans les 2 rivières témoins de l'IBF, soit la Big Salmon (Gibson *et al.*, 2003c) et la Stewiacke (Gibson et Amiro, 2003). On a récemment réalisé des enquêtes sur la densité des juvéniles dans 43 rivières de l'IBF (Gibson *et al.*, 2003a; idem, 2004) afin d'évaluer l'état des populations en comparant les résultats à un « indice normal d'abondance » de 2,4 œufs/m² (MPO, 2003).

Données sur la pêche commerciale

Les données sur les débarquements commerciaux fournissent l'indicateur temporel le plus étendu des tendances des populations, mais elles contiennent de nombreuses incertitudes : effort de pêche inconnu ou non publié, identification erronée de l'origine et aléas des événements humains tels que les guerres. Dunfield (1985, 1986) en fournit néanmoins un résumé exhaustif qui corrige les inexactitudes apparentes; ces données ont été fournies par des communications personnelles et apparaissent dans Amiro (2003).

Rivières Big Salmon et Stewiacke

Pour les deux rivières, on a utilisé des modèles du maximum de vraisemblance afin d'intégrer des données provenant de sources multiples : données sur l'effort de pêche commerciale et de pêche récréative, comptage des poissons aux passes et aux barrages, observations à partir du rivage et comptage en plongée, comptage des nids de fraye, pêche électrique et expériences de marquage-recapture. Même si ces données possèdent un certain niveau d'incomplétude et d'incertitude, des analyses

bayésiennes avancées permettent d'obtenir des évaluations heuristiques, avec intervalles de confiance, de l'abondance et des tendances.

Recensements des juvéniles

Des recensements intensifs par pêche électrique de 117 sites de 36 rivières de l'IBF en 2000 et de 246 sites de 43 rivières en 2002 permettent d'évaluer la diminution des populations dans l'ensemble de l'IBF. Un effort total d'environ 244 000 secondes de choc sur 215 000 m² de l'habitat a permis de capturer 2 513 saumons atlantiques (Gibson *et al.*, 2003a). Les alevins étaient absents de 30 rivières, et les tacons, de 22. En 2003, on a effectué un recensement plus limité de 16 rivières et obtenu des résultats semblables (5 des 16 rivières sans tacons et 9 sans tacons d'âge 0) (Gibson *et al.*, 2004). Si de tels recensements ont des limites quand les poissons se font rares (limites des méthodes de marquage-recapture et des méthodes par passages successifs), leurs limites ont été en grande partie corrigées à l'aide de techniques statistiques, comme les méthodes bayésiennes, afin d'obtenir des densités de probabilité pour la capturabilité (Gibson *et al.*, 2003).

Abondance actuelle

Pêches

Les pêches commerciale et récréative sont interdites et ne peuvent donc fournir de données sur l'abondance actuelle.

Rivière Big Salmon

Gibson *et al.* (2003c) estiment le maximum de vraisemblance pour 2002 à 55 adultes anadromes, avec un intervalle bayésien de confiance (IBC) à 80 p. 100 de 18 à 133. Hutchings (2003) propose un rapport entre taille effective des populations (N_e) et taille des échantillons de 0,21 à 0,64. On peut donc estimer approximativement qu'en 2002 la valeur de N_e , pour les adultes anadromes de la Big Salmon, se situait entre 12 et 35 (de 3,8 à 85,2 pour tout l'IBC à 80 p. 100).

Rivière Stewiacke

Gibson et Amiro (2003) estiment le maximum de vraisemblance pour 2001 à 2 adultes anadromes, avec un IBC à 80 p. 100 de 2 à 4.

Recensements des juvéniles

Les données des recensements des juvéniles sont des densités dans des zones choisies et ne sont pas extrapolées à l'ensemble de l'habitat. Elles ne fournissent donc pas de renseignements sur l'abondance.

Le groupe de travail sur l'IBF pense qu'il y avait, en 2003, moins de 100 saumons sauvages reproducteurs dans l'ensemble des rivières et que leur nombre se situait plus probablement entre 50 et 75 et que ce nombre ne pouvait dépasser 200 (le 18 mai 2004, J. Gibson et P. Amiro, comm. pers.). Bien qu'on puisse ajouter quelques tacons mâles reproducteurs, les calculs actuels ne tiennent pas compte de ces tacons.

Fluctuations et tendances

Pêche commerciale

La figure 9 donne les prises annuelles de saumons de l'IBF, en kilogrammes, de 1875 à 1984. Bien qu'ils soient très variables, les débarquements les plus importants ont eu lieu entre 1875 et 1924. Ils ont ensuite diminué de 1925 à 1973, et ils étaient les moins élevés de 1974 à 1984 (après quoi l'interdiction de la pêche est entrée en vigueur). On observe donc une tendance générale à la diminution. En posant l'hypothèse d'un poids moyen de 3,1 kg par poisson, Amiro (2003) calcule, pour les 109 ans de la pêche commerciale, une prise annuelle moyenne de 4 032 saumons.

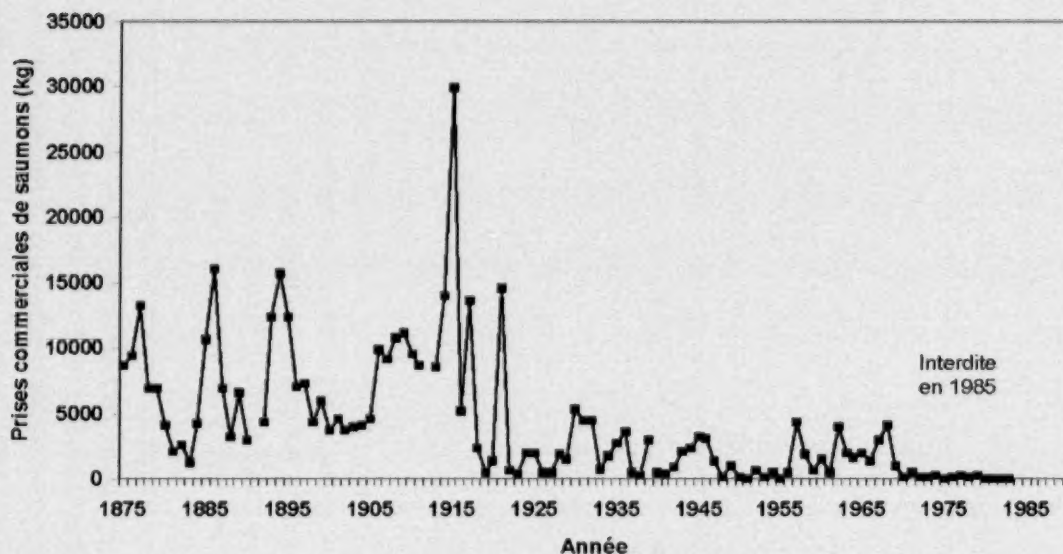


Figure 9. Prises commerciales de saumons atlantiques (kg) dans des districts de pêche de l'IBF (comtés d'Albert et de Westmorland, au Nouveau-Brunswick) pendant la période de 1875 à 1984. Tiré de R.W. Dunfield (comm. pers. à P. Amiro, MPO, Institut océanographique de Bedford).

Rivière Big Salmon

La figure 10a donne le nombre d'adultes anadromes qui sont retournés frayer de 1964 à 2002. C'est en 1966 que s'est effectué le retour le plus important, avec 5 043 saumons (IBC à 80 p. 100 = de 3 996 à 6 686), ce qui contraste fortement avec les 55 saumons (de 18 à 133) estimés pour 2002. La tendance générale est très négative. Le tableau 2 donne le taux de diminution sur 11 ans (soit 3 générations si l'on calcule 3,7 ans par génération) et sur des périodes de 5, 10, 20 et 30 ans. La probabilité d'une diminution de plus de 94,1 p. 100 sur 11 ans et de plus de 96,7 p. 100 sur 30 ans est de 90 p. 100. Pour les 5 dernières années seulement, le taux de déclin dépasse 76 p. 100.

Tableau 2. Estimation des taux de diminution des populations de saumons atlantiques dans les 2 rivières témoins de l'IBF. Les taux de diminution minimaux (confiance à 90 %) ont été mesurés sur 11 ans (3 générations) et sur des périodes de 5, 10, 20 et 30 ans. L'estimation sur 3 générations (en italiques) fait la moyenne de l'abondance pour une génération de 4 ans (3,7 arrondi) et les autres estimations utilisent une moyenne mobile sur 5 ans. Les estimations pour la rivière Big Salmon sont calculées à partir de Gibson *et al.* (2003c) et sont basées sur le modèle privilégié (modèle 4). Les estimations pour la rivière Stewiacke sont fournies ou calculées par Gibson et Amiro (2003).

Rivière	Période (années)	Moyenne mobile (années)	Début	Fin	Taux de diminution minimal (confiance à 90 %)
Big Salmon	11	4	1988-1991	1999-2002	94,1 %
	5	5	1992-1996	1997-2001	76,0 %
	10	5	1987-1991	1997-2001	94,7 %
	20	5	1977-1981	1997-2001	96,0 %
	30	5	1967-1971	1997-2001	96,7 %
Stewiacke	11	4	1987-1990	1998-2001	99,0 %
	5	5	1992-1996	1997-2001	92,4 %
	10	5	1987-1991	1997-2001	98,8 %
	20	5	1977-1981	1997-2001	99,0 %
	30	5	1967-1971	1997-2001	99,6 %

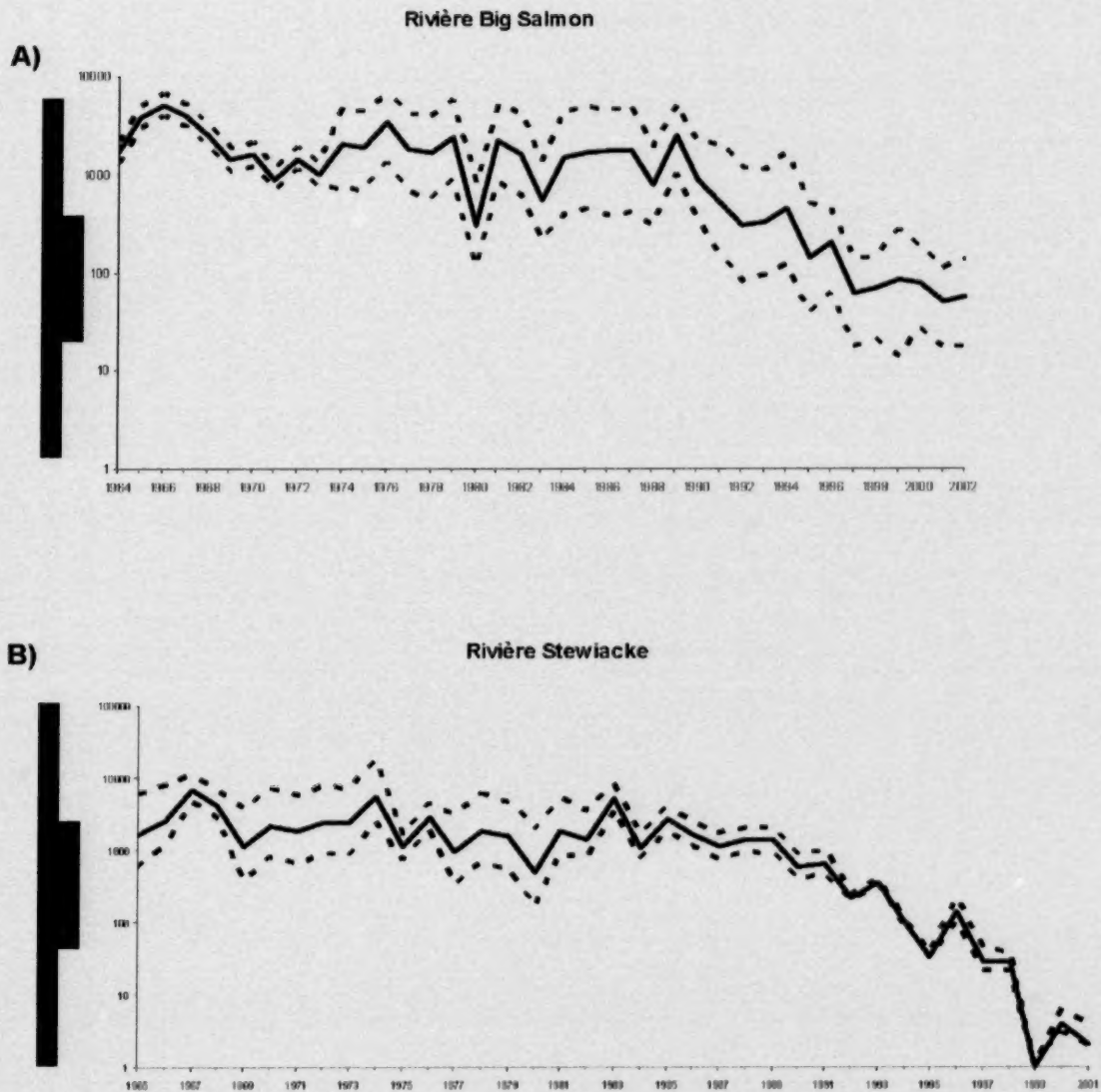


Figure 10. Estimation du retour des adultes dans deux rivières témoins de l'IBF (échelle logarithmique). Les lignes continues indiquent les retours estimés; les lignes pointillées indiquent les limites de 10 p. 100 et de 90 p. 100 qui définissent l'intervalle bayésien de confiance (IBC) à 80 p. 100. (a) Retours estimés dans la rivière Big Salmon, de 1964 à 2002; tiré de Gibson *et al.* (2003c). (b) Retours estimé dans la rivière Stewiacke, de 1965 à 2001; modifié à partir de Gibson et Amiro (2003) afin de combiner les saumons de petite et grande tailles. Estimation des retours d'adultes (échelle logarithmique).

Rivière Stewiacke

La figure 10b donne le nombre d'adultes anadromes qui sont retournés frayer de 1965 à 2001. C'est en 1967 que s'est effectué le retour le plus important, avec 6 693 saumons (IBC à 80 p. 100 = de 4 698 à 10 998), ce qui contraste fortement avec les 2 saumons (de 2 à 4) estimés pour 2001. La tendance générale est donc très négative. Le tableau 2 résume les taux de diminution. La probabilité d'une diminution de plus de 99 p. 100 sur 11 ans (3 générations) et de plus de 99,6 p. 100 sur 30 ans est de 90 p. 100. Pour les 5 dernières années seulement, le taux de diminution dépasse 92,4 p. 100.

Recensements des juvéniles

Les recensements des juvéniles effectués en 2002 dans 43 rivières de l'IBF démontrent que l'effondrement des populations de saumons de l'IBF ne se limite pas aux rivières Big Salmon et Stewiacke (figure 11). De ces rivières, 9 sontensemencées par la banque de gènes vivants. Dans les 34 autres, qui dépendent de la production naturelle sauvage, seules 4 (3,4 p. 100) abritaient des alevins, ce qui indique une reproduction très faible ou nulle en 2001, et seules 12 (35,3 p. 100) abritaient des tacons. Les densités moyennes en alevins et en tacons dans les rivières du Nouveau-Brunswick étaient inférieures à 5,2 et 3,8 par 100 m², alors que les densités nécessaires à la conservation sont de 29 alevins et de 38 tacons par 100 m². Il n'y avait donc que 18 p. 100 des alevins et 10 p. 100 des tacons nécessaires à la conservation. Les alevins étaient totalement absents des rivières de la Nouvelle-Écosse, et la densité en tacons était inférieure à 7,1 par 100 m², soit 19 p. 100 du nombre nécessaire à la conservation. Un plus petit recensement réalisé en 2003 n'a relevé que 3 tacons d'âge 0 dans 10 rivières nonensemencées par la banque de gènes vivants. Tous ont été observés dans la rivière Point Wolfe, ce qui indique que très peu de saumons ont frayé dans ces rivières en 2002 (Gibson *et al.*, 2004).

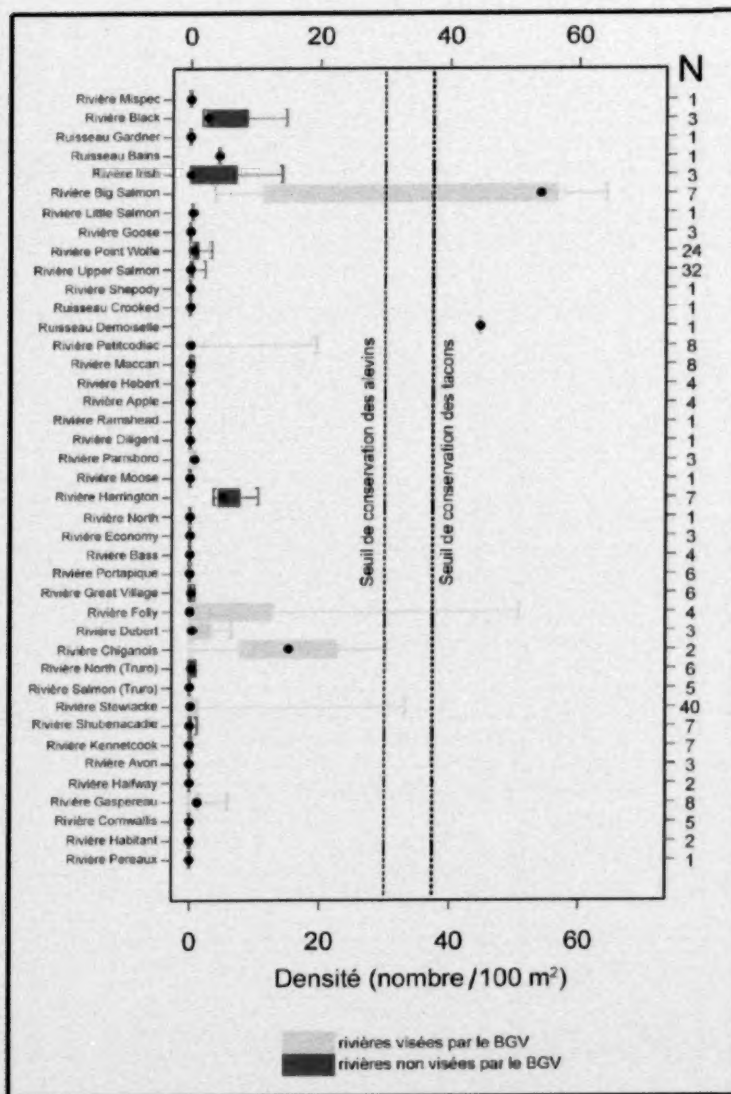


Figure 11. Densité des saumons atlantiques juvéniles (alevins et tacons) dans 41 rivières de l'IBF, calculée lors d'un recensement par pêche électrique dans 233 sites effectué en 2002. Les points indiquent les densités médianes. Les boîtes indiquent l'écart interquartile. Les crochets indiquent les densités minimales et maximales. Les rivières ayant profité de la banque de génés vivants (BGV) (gris pâle) sont celles dans lesquelles on a relâché des saumons atlantiques juvéniles depuis 1996. N est le nombre de sites recensés par pêche électrique dans chaque rivière. Les lignes pointillées indiquent séparément les densités nécessaires à la conservation (MPO) pour les alevins (29/100 m²) ou les tacons (38/100 m²), et ce, même si le graphique combine ces 2 stades. Ces points de référence peuvent donc seulement indiquer qu'une rivière n'atteint pas ces densités nécessaires à la conservation (c'est-à-dire que la somme des densités d'alevins et de tacons est inférieure aux 2 seuils). Les seuils de conservation sont basés sur les « normes d'Elson » élaborées par le MPO pour l'évaluation de l'état des stocks. Tiré de Gibson *et al.*, (2003a) (seuils de conservation ajoutés).

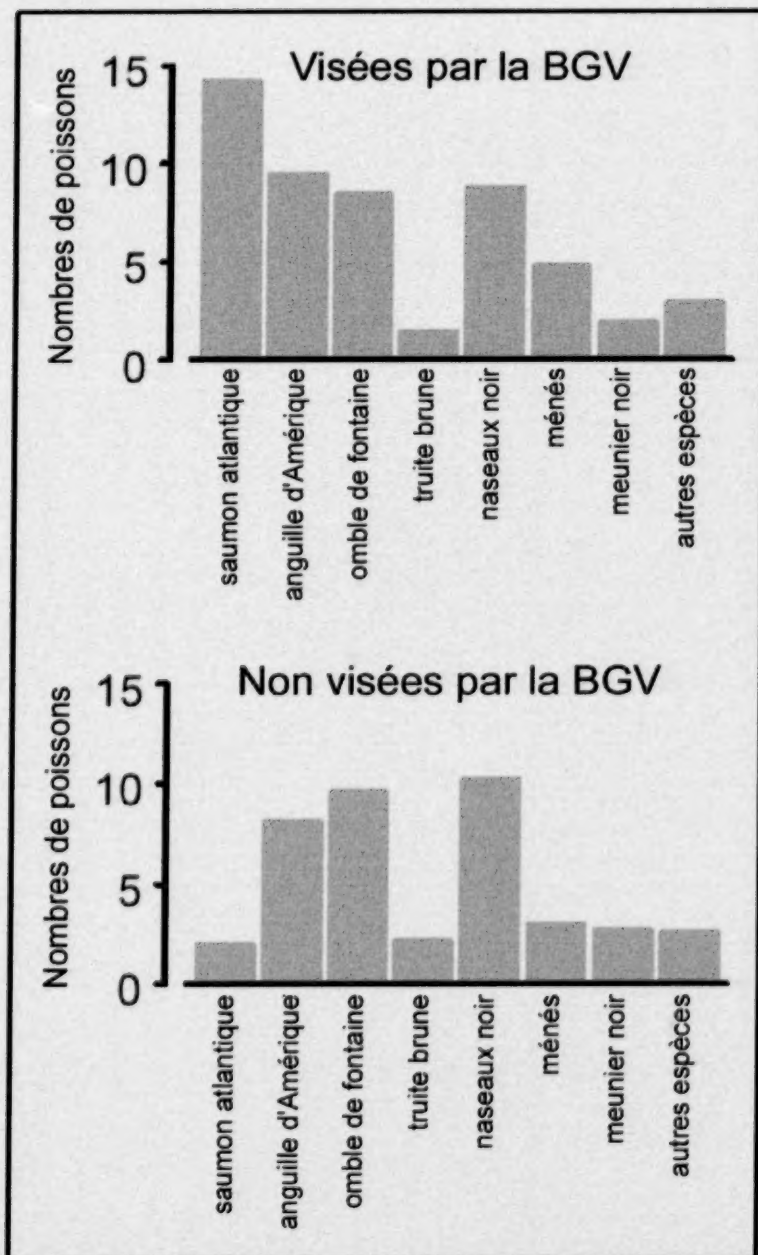


Figure 12. Comparaison des densités de saumons atlantiques et d'autres espèces dans les rivières visées ou non par le programme de banque de gènes vivants. On donne le nombre moyen de poissons capturés au premier passage dans le cadre de la pêche électrique réalisée en 2002 dans 172 sites des rivières de l'IBF. Les rivières visées par la BGV sont celles dans lesquelles on a relâché des saumons atlantiques juvéniles depuis 1996. Les sites sans espèces ne faisant pas partie des salmonidés ne sont pas inclus. Tiré de Gibson *et al.* (2003a).

En se fondant sur les données relatives à la pêche récréative, Amiro (2003) estime que les populations de l'IBF ont pu atteindre un maximum de 46 614 adultes (voir aussi National Recovery Team, 2002; MPO, 2003). Il estime qu'il y avait moins de 500 saumons en 1998 et moins de 250 saumons en 1999. Il y avait probablement moins de 100 adultes en 2003. Étant donné le taux actuel de déclin et l'estimation de 100 adultes pour la dernière année pour laquelle nous possédons des données sur la fraye, même les évaluations du risque les plus conservatrices laissent entrevoir une disparition de l'espèce sauvage à très court terme. Par exemple, si l'on suppose que l'IBF a une population reproductrice unique de 100 individus et que cette population diminue d'au moins 90 p. 100 (le taux de la rivière la plus saine est de 94,1 p. 100 pour 3 générations), il restera moins de 2 individus dans 15 ans.

Différentes études évaluent le seuil de quasi-disparition du saumon à environ 100 femelles (N = 200) (Myers *et al.*, 1995; Botsford et Brittnacher, 1996; voir aussi McElhany *et al.*, 2000). Au-dessous de ce nombre, le risque de disparition totale du saumon par stochasticité démographique, endogamie et autres problèmes liés aux petites populations est extrêmement élevé.

Effet d'une immigration de source externe

Comme il s'agit d'une UD unique, il n'y a pas de possibilité d'immigration de source externe puisque les régions limitrophes contiennent des saumons atlantiques génétiquement différents. Même si les populations de saumons voisines étaient suffisamment adaptées pour se reproduire et donner naissance à une progéniture vivante dans l'IBF, il reste que les populations des 3 régions limitrophes – soit l'EBF, la côte néo-écossaise et le Maine – sont extrêmement diminuées (MPO, 2003; National Research Council, 2004). En 2001, le National Marine Fisheries Service (NMFS) américain a classé un segment de population distinct (DPS) du Maine parmi les espèces en péril (*endangered*) aux termes de l'*Endangered Species Act*. L'espèce demeure soutenue dans le cadre d'un programme de banque de gènes vivants, mais elle a peu de chance de se rétablir dans un avenir prévisible (National Research Council, 2004). De même, étant donné leurs tendances démographiques, les populations de l'EBF et de la côte néo-écossaise répondent probablement aux critères du COSEPAC pour les espèces *en voie de disparition*. Par exemple, une analyse préliminaire des taux de diminution des 2 meilleures populations témoins, celles des rivières Saint-Jean (EBF) et LaHave (côte néo-écossaise), donne des taux de déclin sur 3 générations (11 ans, de 1993 à 2003) de 88,5 p. 100 et 73,0 p. 100 respectivement (données de R. Jones, MPO; calculs effectués par P. Amiro, MPO; le 20 mai 2004). Ces taux, bien que moins élevés que ceux des populations témoins de l'IBF, dépassent les critères du COSEPAC pour les espèces *en voie de disparition*.

FACTEURS LIMITATIFS ET MENACES

On comprend mal les causes du déclin marqué du saumon atlantique dans la plus grande partie de son aire de répartition (WWF, 2001) et de son effondrement à certains

endroits, notamment l'IBF. Plusieurs études importantes ont tenté d'identifier et de classer ces causes, mais il n'y a pas, pour l'instant, de consensus. Par exemple, un groupe d'experts a étudié 62 facteurs pouvant menacer la survie du saumon atlantique dans l'est de l'Amérique du Nord (Cairns, 2001). Des 12 douze facteurs les plus importants, 5 sont liés à la prédation; 5, au cycle vital; 1, à la pêche; 1, à l'environnement physique/biologique. De plus, 2 facteurs sont associés au cycle vital en eau douce; 9, au cycle vital en mer; 1, à une cause liée à l'eau douce, mais qui se manifeste en mer.

Le Comité technique de recherche de l'équipe nationale de rétablissement du saumon atlantique de l'IBF a identifié 49 menaces possibles, mais a conclu que l'information disponible est insuffisante pour appuyer toute conclusion quant aux menaces réelles posées par ces facteurs (National Recovery Team, 2002). Le Comité reconnaît que certaines populations de rivières sont touchées par des menaces locales (p. ex. par des barrages) et des menaces communes à toutes les populations de l'IBF. Les principaux facteurs liés au milieu d'eau douce sont des phénomènes tels que la diminution de la population (comportement anormal dû au faible nombre d'individus; dépression de consanguinité) et les changements de la situation environnementale (changements climatiques entraînant l'émigration précoce des smolts et une diminution de la productivité en eau douce; changements atmosphériques entraînant une augmentation du rayonnement ultraviolet). Les principaux facteurs liés au milieu marin relèvent de l'interaction avec des saumons d'élevage (compétition avec des saumons évadés; épidémies de parasites et de maladies), de transformations de la biocénose (prédation accrue par des espèces indigènes; manque de poissons fourrages), de phénomènes associés à la diminution des populations (manque de recrues pour former un banc de poissons efficace), de transformations de l'environnement (changement de régime entraînant une baisse de la productivité de l'océan; changement des routes migratoires entraînant une diminution du taux de survie), de pêches (pêche excessive illégale et/ou accessoire) et de l'interaction cumulative entre plusieurs facteurs. On devra mener beaucoup de recherches avant de comprendre la mortalité du saumon atlantique de l'IBF.

Depuis la publication, en 2002, du rapport de l'équipe nationale de rétablissement, on s'inquiète de plus en plus de l'effet des pesticides et des perturbateurs endocriniens sur le taux de survie des saumons atlantiques en eau douce (p. ex. NMFS, 2005). Plusieurs études récentes pointent vers une association négative entre l'exposition aux divers contaminants en eau douce et la survie des poissons en mer. Moore *et al.* (2003), par exemple, ont trouvé que l'exposition des smolts au 4-nonylphénol (une substance à activité œstrogène contenue dans un grand nombre de produits, dont des pesticides) et à l'atrazine (un herbicide commun) augmente significativement leur mortalité lors de leur migration vers la mer. Waring et Moore (2004) font état de résultats similaires. Malgré l'inquiétude croissante quant aux effets possibles des contaminants sur la survie des smolts, on ne sait pas si les concentrations de pesticides et d'autres contaminants dans les rivières de l'IBF touchées par ces produits chimiques sont assez élevés pour influencer sur la survie des smolts.

La distinction entre impacts passés et impacts actuels est un des aspects les plus problématiques de l'interprétation du déclin en cours des populations de saumons atlantiques de l'IBF. En effet, les saumons ont longtemps fait face aux pêches (commerciale, récréative et accessoire), à la transformation de l'habitat (p. ex. par l'exploitation forestière), à la contamination chimique des bassins hydrographiques (p. ex. par l'exploitation agricole) et à d'autres menaces ayant mené à leur déclin et à leur état actuel. Historiquement (depuis le milieu du XIX^e siècle), les obstacles à la migration des saumons, comme les barrages, les digues et les ponts-jetées, ont affecté nombre de rivières de l'IBF. Par exemple, l'aménagement d'obstacles aux marées dans de nombreuses rivières a entraîné la perte d'habitats pour les saumons. En 1968, la construction du pont-jetée de la rivière Petitcodiac a entraîné une réduction de 20 p. 100 de la production de saumons de l'IBF (National Recovery Team, 2002; MPO, 2003). Il est possible qu'un impact sur un élément aussi important de la production ait affecté la viabilité actuelle des saumons atlantiques de l'IBF (Hutchings, 2003). En effet, il se peut que le flux génétique entre cette population relativement importante et les populations limitrophes moins grandes ait été important pour leur « santé » génétique (c'est-à-dire pour leur diversité) et leur pérennité. Il se peut aussi que les saumons atlantiques de l'IBF fassent partie d'une ou de plusieurs métapopulations dont l'évolution naturelle est marquée par des disparitions et des rétablissements à l'échelle locale. Il peut se passer plusieurs décennies avant que la perte d'une population source importante se répercute sur une métapopulation. D'autres pertes d'habitats dans l'IBF ont été associées à l'exploitation forestière, aux activités agricoles et à l'aménagement de routes. L'équipe de rétablissement a décidé de se concentrer sur les menaces qui coïncident temporellement avec les déclins actuels des populations sauvages, et l'étendue pertinente des déclins passés par rapport à l'effondrement en cours reste incertaine.

On croit qu'un des principaux facteurs limitatifs est la réduction du nombre de smolts qui atteignent l'âge adulte en mer (National Recovery Team, 2002; Amiro, 2003). Par exemple, bien qu'elle soit variable, la proportion des smolts d'écloserie marqués atteignant l'âge de la première fraye semble être passée d'une moyenne de 6 p. 100 (intervalle de 1 à 10 p. 100, rivière Big Salmon, de 1966 à 1991; Ritter, 1989) à 0,3 p. 100 pour la rivière Big Salmon (smolts de 2002; Gibson *et al.*, 2004) et à 0,02 p. 100 jusqu'à 0,42 p. 100 pour la rivière Stewiacke (de 1991 à 1993; Amiro et Jefferson, 1996; voir aussi Amiro, 2003). En 2002, les retours de smolts d'écloserie dans la rivière Saint-Jean (EBF) étaient inférieurs à 0,5 p. 100 (MPO, 2003). Reddin *et al.* (2000) ont montré que 2 rivières de Terre-Neuve ont subi, entre les années 1970 et les années 1990, une diminution de 50 p. 100 du nombre de smolts atteignant l'âge adulte. Pour les rivières du Maine, Baum (1997) écrit que le taux de survie des smolts jusqu'à l'âge adulte est passé d'entre 3 et 15 p. 100 dans les années 1950 et 1960 à entre 0,5 et 1,5 p. 100 dans les années 1990. Selon Potter et Crozier (2000), l'Europe a subi, à partir de la fin des années 1980, des déclins étendus du taux de survie en mer. Ces études, comme d'autres, indiquent que la baisse du taux de survie en mer, à partir de la fin des années 1980, est un facteur significatif dans le déclin des populations de saumons atlantiques.

Quel est l'effet de cette réduction de la survie en mer sur la population? Selon Amiro (2003), un taux de survie en mer de 3,57 p. 100 est nécessaire à la stabilité des populations de l'IBF. Ce taux est calculé à partir d'un taux hypothétique de production en eau douce de 28 smolts par saumon reproducteur, lui-même dérivé de l'impératif de conservation du MPO, soit 2,4 œufs par m² (MPO, 2003). En continuant dans cette voie, on peut montrer que des taux de survie en mer de 0,1 p. 100, 1 p. 100 et 3 p. 100 entraîneront respectivement des baisses de la taille des populations de 97 p. 100, 72 p. 100 et 16 p. 100 à chaque génération. Pour les rivières Big Salmon et Stewiacke (Gibson et Amiro, 2003; Gibson *et al.*, 2003c), puisque les diminutions sur 11 ans (3 générations) sont respectivement égales à 94,1 p. 100 et 99 p. 100, les diminutions par génération (4 ans) sont de 83 p. 100 et 97 p. 100. Si l'on compte 28 smolts par adulte reproducteur et que l'on attribue toutes les diminutions à la baisse de la survie en mer, les taux de survie en mer pour ces rivières sont respectivement de 0,6 p. 100 et 0,1 p. 100. Ces taux rejoignent les estimations récentes de la survie en mer des saumons de l'IBF (p. ex. 0,3 p. 100 en 2002 pour la Big Salmon selon Gibson *et al.*, 2004; 0,08 p. 100 pour la Stewiacke selon Amiro, 2003). Il se peut donc que la baisse de la survie en mer soit la cause principale de l'effondrement des saumons de l'IBF malgré le maintien de la survie en eau douce. Peu de recherches ont été faites sur les causes de la mortalité élevée en mer (p. ex. Cairns, 2001).

On doit toutefois relever un autre facteur important, soit l'impact possible de l'industrie de l'aquaculture. En même temps que diminuaient les populations de saumons sauvages de l'IBF, l'industrie de l'aquaculture des saumons atlantiques dans la baie de Fundy croissait à grande vitesse (Amiro, 1998; Chang, 1998), et des saumons atlantiques d'élevage ont commencé à s'échapper vers des rivières sauvages (p. ex. Carr *et al.*, 1997; Stokesbury et Lacroix, 1997). Par exemple, en 1996, les retours d'adultes dans la rivière Magaguadavic (EBF) consistaient en 57 p. 100 de poissons d'élevage échappés des cages flottantes, 34 p. 100 de descendants de poissons sauvages et 9 p. 100 de juvéniles qui s'étaient échappés d'écloseries (Lacroix et Stokesbury, 2004). Des enquêtes génétiques récentes effectuées dans la rivière Upper Salmon par P. O'Reilly (MPO, comm. pers., le 9 septembre 2004) indiquent que jusqu'à 10 p. 100 des juvéniles de cette rivière de l'IBF possèdent des marqueurs génétiques qui correspondent aux données de l'aquaculture européenne. Puisque environ 10 p. 100 seulement des saumons d'élevage de la baie de Fundy sont d'origine européenne, ces résultats indiquent qu'une proportion beaucoup plus grande des poissons sauvages descendent au moins en partie de poissons d'élevage. De nombreuses études ont montré que la présence de saumons d'élevage entraîne, à cause de la compétition, des croisements et des maladies, une diminution de la survie et du succès reproducteur des saumons atlantiques sauvages (voir, p. ex., Gross, 1998; Fleming *et al.*, 2000; NRC, 2002; idem, 2004; McGinnity *et al.*, 2003). Pour les saumons atlantiques de l'IBF, un croisement expérimental entre des saumons atlantiques d'élevage de 4^e génération provenant de la rivière Saint-Jean et des saumons sauvages provenant de la rivière Stewiacke a montré que la survie des individus croisés F₁ au stade précédant la pigmentation de l'œil était significativement plus faible que celle des individus non croisés (Lawlor, 2003). L'ampleur des effets de l'aquaculture sur les saumons atlantiques de l'IBF reste à déterminer, mais il pourrait s'agir d'une des causes principales de son déclin.

IMPORTANCE DE L'ESPÈCE

Les saumons atlantiques de l'IBF forment une lignée canadienne unique, distincte de tous les autres saumons atlantiques du monde. Il n'existe que très peu de lignées de saumons atlantiques au Canada (figure 2).

Ces saumons contribuent aux écosystèmes d'eau douce et d'eau salée de la région de la baie de Fundy en transportant les nutriments d'un écosystème à l'autre et en participant, comme proies et prédateurs, au flux d'énergie à l'intérieur des écosystèmes. Il est aussi la principale espèce hôte de la mulette perlière de l'est (*Margaritifera margaritifera*) et, probablement, de l'alasmidonte naine (*Alasmidonta heterodon*) (Hanson et Locke, 2001; National Recovery Team, 2002). Il est utilisé traditionnellement par : i) les peuples autochtones (Malécites et Mi'kmaq); ii) la pêche commerciale (captures à partir d'au moins 1875 jusqu'à 1984); iii) la pêche récréative (captures jusqu'en 1990). Les estimations de la valeur annuelle de la seule pêche récréative dans l'IBF vont de plus de 250 000 \$ (National Recovery Team, 2002) à plus de 1 million de dollars (Gardner Pinfold, 1991). Les saumons servent aussi de sujet à l'art de la région, de sujet d'enseignement à l'école et de symbole du patrimoine et de la santé aux peuples du Canada.

PROTECTION ACTUELLE OU AUTRES DÉSIGNATIONS DE STATUT

Désignations

Saumon atlantique

UICN : LR (faible risque/quasi menacée)

Centre de données sur la conservation du Canada Atlantique :

cote globale : G5 (non en péril à l'échelle mondiale)

cote nationale (Canada) : N4 (habituellement répandue)

cote provinciale (Nouveau-Brunswick) : S3 (peu commune)

cote provinciale (Nouvelle-Écosse) : S2 (rare)

Selon le WWF (2001), le saumon atlantique a disparu de 15 p. 100 des rivières de son aire de répartition mondiale (N = 2 005 rivières dans 19 pays). Toujours dans ces rivières, il est en situation critique dans 12 p. 100 d'entre elles, en voie de disparition dans 20 p. 100, vulnérable dans 10 p. 100 et en santé dans 43 p. 100.

UD – saumons atlantiques de l'intérieur de la baie de Fundy

COSEPAC : en voie de disparition (mai 2001)

Loi sur les espèces en péril : en voie de disparition, annexe 1 (juin 2003)

Plans de protection et de rétablissement

Au Canada, la *Loi sur les pêches*, mise en œuvre par Pêches et Océans Canada (MPO), offre une protection fédérale au saumon atlantique. Depuis 1990, toute forme de pêche (commerciale, récréative et autochtone) au saumon atlantique est interdite. Environnement Canada met en œuvre l'article de la Loi portant sur le rejet de substances nocives dans les cours d'eau. Deux rivières (Upper Salmon et Point Wolfe) sont partiellement à l'intérieur des limites du parc national Fundy et sont protégées par la *Loi sur les parcs nationaux*, mise en œuvre par l'Agence Parcs Canada du ministère de l'Environnement. Le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse sont responsables des droits d'usage du lit et de l'eau des rivières, de la délivrance de permis de pêche récréative, de la protection de l'environnement, de l'utilisation du sol, de l'aménagement forestier, de l'agriculture et de l'aquaculture (et donc du nombre et de l'emplacement des élevages de saumons atlantiques). Les gouvernements fédéral et provinciaux collaborent à la gestion des populations de l'IBF; le MPO est l'autorité responsable du programme de rétablissement.

Stratégie nationale de rétablissement du saumon atlantique de l'IBF

L'équipe nationale de rétablissement des populations de saumons atlantiques de l'IBF a élaboré une stratégie définissant les actions nécessaires à la protection, à la conservation et au rétablissement du saumon atlantique de l'IBF (National Recovery Team, 2002). Parmi les mesures figurent : des recensements sur l'abondance des juvéniles (voir, p. ex., Gibson *et al.*, 2003a; idem, 2004), des analyses génétiques (voir, p. ex., O'Reilly, en préparation), la surveillance des juvéniles et des adultes (voir, p. ex., Gibson *et al.*, 2004), la création d'une banque de gènes vivants prévoyant la reproduction en captivité et la libération des individus (voir, p. ex., O'Reilly et Doyle, sous presse), des évaluations des menaces, des études de la migration, la fermeture de toutes les pêches dirigées au saumon de l'IBF et la création d'un organisme afin de guider le programme de rétablissement. Une mise à jour de la stratégie de rétablissement sera publiée en 2006.

Banque de gènes vivants

Afin de réduire la probabilité de disparition des saumons atlantiques de l'IBF, l'équipe de rétablissement a mis en place un programme de banque de gènes vivants (BGV) pour la reproduction et l'alevinage en captivité (O'Neil *et al.*, 2003; Gibson *et al.*, 2004; O'Reilly et Doyle, sous presse). La BGV a pour objectif de préserver la constitution génétique des populations et donc de protéger les poissons tout en permettant le rétablissement de populations viables. La capture de reproducteurs fondateurs dans les deux rivières témoins, soit la Big Salmon et la Stewiacke, a commencé en 1998, et l'entreprise a ensuite été étendue à neuf autres cours d'eau. Les saumons sauvages sont capturés au stade de tacons (pêche électrique) ou de smolts (pièges rotatifs), élevés en éclosiers jusqu'à leur maturité et accouplés selon un protocole génétique visant à réduire le plus possible la perte de diversité génétique. Les descendants sont ensuite libérés à différents stades de leur croissance dans les rivières

d'origine afin d'être soumis à une sélection naturelle avant d'être recapturés. La première libération date de 2001 et, depuis, on relâche des individus chaque année. Les rivières qui ont profité de la BGV ont tendance à avoir des densités en saumons plus élevées que les autres (figures 11 et 12). Le programme de BGV ne cherche toutefois pas à ce que les descendants atteignent leur maturité en liberté et se reproduisent normalement : il vise plutôt à conserver les gènes des saumons de l'IBF jusqu'à ce que les conditions environnementales permettent le rétablissement de l'UD. Les programmes d'alevinage ont rarement mené au rétablissement des populations sauvages (National Research Council, 2002; idem, 2004), et, à l'heure actuelle, le programme de BGV, bien qu'il soit peut-être le programme d'élevage le plus avancé en Amérique du Nord, devrait être considéré comme un programme expérimental. En 2003, avec 1 600 adultes dans les installations de la BGV (tableau 3) et peut-être seulement 100 en liberté, il est évident que, tant que les chercheurs et les gestionnaires n'auront pas identifié et résolu les problèmes à l'origine du déclin des populations, l'avenir immédiat des saumons atlantiques de l'IBF est entre les mains des éleveurs.

Tableau 3. Nombre de saumons atlantiques par stade de développement dans la banque de gènes vivants du saumon de l'IBF en décembre 2003. Tiré de Gibson *et al.* (2004).

Province et Rivière d'origine	Stade de développement			
	Oeuf	Tacon	Post-smolt	Adulte
Nouvelle-Écosse				
Gaspereau	73 000	12 000	52	67
Stewiacke	477 000	51 000	180	547
Great Village				48
Economy				34
Harrington			202	
Portapique				7
Folly				1
Debert				2
Bassin des Mines				13
Nouveau-Brunswick				
Big Salmon	1 100 000	24 000	970	742
Black	100 000			142
Upper Salmon			96	
Total	1 750 000	87 000	1 500	1 603

RÉSUMÉ TECHNIQUE

Salmo salar

Saumon atlantique, populations de l'intérieur de la baie de Fundy Atlantic Salmon, Inner Bay of Fundy populations

Répartition au Canada : **Intérieur de la baie de Fundy**

Information sur la répartition	
Superficie de la zone d'occurrence (km²) au Canada Mesures de superficie tirées des cartes régionales du MPO des bassins hydrographiques de l'intérieur de la baie de Fundy.	Environ 40 000 km ² d'eau douce; inconnue pour l'eau marine
Préciser la tendance (en déclin, stable, en expansion, inconnue).	Inconnue
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occurrence (ordre de grandeur > 1)?	Inconnu
Superficie de la zone d'occupation (km²) Estimation selon Amiro (2003) de l'habitat productif potentiel dans 22 rivières.	Inconnue, mais > 9 km ² d'occupation potentielle en eau douce; inconnue pour l'eau marine
Préciser la tendance (en déclin, stable, en expansion, inconnue).	En déclin dans l'eau douce en raison de disparitions locales
Y a-t-il des fluctuations extrêmes dans la zone d'occupation (ordre de grandeur > 1)?	Peut-être (en raison de disparitions locales et de la colonisation)
Nombre d'emplacements actuels connus ou inférés.	19 rivières
Préciser la tendance du nombre d'emplacements (en déclin, stable, en croissance, inconnue).	En déclin
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'emplacements (ordre de grandeur > 1)?	Inconnu
Tendance de l'habitat : préciser la tendance de l'aire, de l'étendue ou de la qualité de l'habitat (en déclin, stable, en croissance ou inconnue).	On croit que l'habitat en eau douce est stable, tandis que l'habitat marin est peut-être en déclin depuis les 3 dernières générations.
Information sur la population	
Durée d'une génération (âge moyen des parents dans la population : indiquer en années, en mois, en jours, etc.).	3,7 ans
Nombre d'individus matures (reproducteurs) au Canada (ou préciser une gamme de valeurs plausibles).	< 100 (estimation)
Tendance de la population quant au nombre d'individus matures en déclin, stable, en croissance ou inconnue.	En déclin rapide
S'il y a déclin, % du déclin au cours des dernières/prochaines dix années ou trois générations, selon la plus élevée des deux valeurs (ou préciser s'il s'agit d'une période plus courte) (11 ans, jusqu'en 2002). La tendance en déclin n'a pas changée en 2003 (Gibson et al., 2004)	> 94 % (la plus faible limite de confiance de 90 % pour la rivière-repère la plus saine).
Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre d'individus matures (ordre de grandeur > 1)?	Non
La population totale est-elle très fragmentée (la plupart des individus se trouvent dans de petites populations, relativement isolées [géographiquement ou autrement] entre lesquelles il y a peu d'échanges, c.-à-d. migration réussie de ≤ 1 individu/année)?	Oui
Préciser la tendance du nombre de populations (en déclin, stable, en croissance, inconnue).	En déclin

• Y a-t-il des fluctuations extrêmes du nombre de populations (ordre de grandeur > 1)?	Probablement pas
• Énumérer les populations et donner le nombre d'individus matures dans chacune. Deux rivières-repères : ○ Rivière Big Salmon (2002) : 55 (intervalle bayésien crédible de 80 % : de 18 à 133) ○ Rivière Stewiacke (2001) : 2 (IBC de 80 % : de 2 à 4)	
Menaces (réelles ou imminentes pour les populations ou les habitats)	
Facteurs principaux en eau salée : interactions avec des saumons d'élevage et d'écloserie (compétition avec des poissons échappés, épidémies de parasites et de maladies); changements dans les communautés écologiques (prédation accrue par des espèces indigènes, manque d'espèces fourrages); phénomène de dépression des populations (manque de recrues pour former des bancs efficaces); changements environnementaux (changements des régimes entraînant une dépression de la productivité océanique, voies de migration modifiées menant à une dépression du taux de survie); pêche (captures illégales et/ou accessoires excessives); possibilités d'interactions cumulatives parmi tous ces facteurs ou d'autres. Facteurs principaux en eau douce : croisements et compétition avec des poissons d'élevage; phénomène de dépression des populations (comportement anormal attribuable à une faible abondance, dépression de consanguinité); changements des conditions environnementales (changements climatiques menant à l'émigration prématurée des saumoneaux et à une productivité réduite en eau douce, changements atmosphériques augmentant le rayonnement ultraviolet, augmentation des concentrations de contaminants); réduction de l'habitat historique.	
Effet d'une immigration de source externe	S.O.
• <i>Statut ou situation des populations de l'extérieur?</i> Les deux régions canadiennes les plus proches, l'extérieur de la baie de Fundy et la côte néo-écossaise, ont des populations gravement réduites. Les calculs des taux de déclin actuels dépassent les critères du COSEPAC pour la catégorie « en voie de disparition ». La région américaine la plus proche est le Maine, où les populations sont désignées « en voie de disparition » (Endangered) (ESA, 2001). Puisque les populations extérieures constituent une unité désignable différente, elles ne peuvent servir à rétablir la population de l'intérieur de la baie de Fundy.	
• Une immigration a-t-elle été constatée ou est-elle possible?	Probablement pas (peu de poissons)
• Des individus immigrants seraient-ils adaptés pour survivre au Canada?	Probablement pas (adaptations locales)
• Y a-t-il suffisamment d'habitat disponible au Canada pour les individus immigrants?	Probablement
• La possibilité d'une immigration de populations externes existe-t-elle?	Non, unité désignable différente
Analyse quantitative Des calculs simplifiés à partir des taux actuels de déclin (3 générations) et des estimations actuelles de la taille de la population (2003) prévoient la disparition de l'espèce d'ici 15 ans.	Calcul rudimentaire
Statut existant COSEPAC : En voie de disparition (2001), en voie de disparition (2006) Loi sur les espèces en péril (LEP) : En voie de disparition (2003)	

Statut et justification de la désignation

Statut : En voie de disparition	Code alphanumérique : A2bc; C2a(i,ii); D1
Justification de la désignation : Ce saumon représente une entité endémique unique au Canada; toute son aire de répartition biologique se trouve au Canada. La baisse du nombre d'adultes est estimée à plus de 95 % en 30 ans, et la plupart des rivières ne comptent plus ni adultes ni juvéniles. En 2003, on a estimé à moins de 100 le nombre d'adultes qui sont retournés dans les 32 rivières où historiquement on y trouvait l'espèce. Il n'y a pas de possibilité d'immigration depuis des régions voisines, puisque celles-ci comptent des populations gravement réduites et génétiquement différentes. Les raisons de la chute du nombre d'adultes ne sont pas bien comprises. On pense que la survie limitée en mer entre le stade de saumoneau et celui d'adulte constitue un facteur clé. Il existe beaucoup de causes possibles pour l'accroissement du taux de mortalité, dont les changements de la communauté écologique, les interactions écologiques et génétiques avec des saumons atlantiques d'aquaculture et d'élevage, les variations environnementales et la pêche (pêche illégale ou prise accessoire). Les menaces pesant sur l'espèce en eau douce sont présumées être de nature historique et contemporaine. Les menaces historiques comprennent la perte et la dégradation de l'habitat (attribuables à l'exploitation forestière et à la construction d'obstacles à la migration); les menaces actuelles pourraient inclure le croisement avec des poissons d'élevage échappés et les changements des conditions environnementales (dont des températures plus chaudes et des contaminants).	
Applicabilité des critères Critère A (Population globale en déclin) : Correspond aux critères de la catégorie « en voie de disparition », A2b (déclins de population de > 50 % au cours des 3 dernières générations, selon un indice d'abondance convenant au taxon, où la réduction ou les causes de celle-ci peuvent ne pas avoir cessé ou où bon nombre de celles-ci peuvent être incompréhensibles). Dans les deux principales rivières-repères, le déclin est de l'ordre de > 94,1 % sur 3 générations (11 ans) dans la rivière Big Salmon et de > 99 % sur 3 générations (11 ans) dans la rivière Stewiack. Ces estimations de déclin ont un niveau de confiance de 90 % et ont été réalisées à l'aide de plusieurs indices d'abondance (modèles de probabilité maximale incorporant les captures de la pêche sportive et les données d'effort, les dénombrements des nids, la pêche électronique et les marquages-recaptures). Correspond également aux critères de la catégorie « en voie de disparition », A2C (déclins de population de > 50 % au cours des 3 dernières générations, où la réduction ou ses causes peuvent ne pas avoir cessé ou où bon nombre de celles-ci peuvent être incompréhensibles, et déclin dans la zone d'occupation). Une réduction de la zone d'occupation d'eau douce attribuable à des disparitions locales a été observée. Quarante-deux pourcent des rivières de frai historiques ayant fait l'objet de relevés en 2002 ne contenaient pas d'alevins, indiquant qu'aucun frai par le saumon atlantique de la population de l'intérieur de la baie de Fundy n'y a eu lieu à l'automne 2001. Critère B (Petite aire de répartition, et déclin ou fluctuation) : Bien que la zone d'occupation est définitivement inférieure à 500 km², le saumon atlantique de la population de l'intérieur de la baie de Fundy a été observé dans plus de 10 emplacements et des fluctuations extrêmes n'ont pas été signalées en ce qui concerne la zone d'occurrence, la zone d'occupation, le nombre d'emplacements ou de populations ou le nombre d'individus matures. Critère C (Petite population globale et déclin) : Correspond aux critères de la catégorie « en voie de disparition », C2a(i,ii), selon un déclin continu inféré du nombre d'individus matures et la fragmentation de l'habitat qui a fait en sorte que la population est estimée contenir au plus 250 individus et dont au moins 95 % des individus matures sont contenus dans une seule population (rivière Big Salmon). Critère D (Très petite population ou aire de répartition limitée) : Correspond aux critères de la catégorie « en voie de disparition », D1 (moins de 250 individus matures). L'estimation du frai de l'automne 2003 comptait moins de 100 adultes; l'estimation la plus probable était d'entre 50 et 75 individus. Critère E (Analyse quantitative) : s.o.	

SOURCES D'INFORMATION

- Amiro, P.G. 1998. An assessment of the possible impact of salmon aquaculture on inner Bay of Fundy Atlantic salmon stocks, document de recherche 98/163, Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, ministère des Pêches et des Océans, Halifax (Nouvelle-Écosse), 17 p.
- Amiro, P.G. 2003. Population status of Inner Bay of Fundy Atlantic salmon (*Salmo salar*), to 1999, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 2488, 44 p. + vi.
- Amiro, P.G., J. Gibson et K. Drinkwater. 2003. Identification and exploration of some methods for designation of critical habitat for survival and recovery of inner Bay of Fundy Atlantic salmon (*Salmo salar*), document de recherche 2003/120, Secrétariat canadien de consultation scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Halifax (Nouvelle-Écosse).
- Amiro, P.G., et E.M. Jefferson. 1996. Status of Atlantic salmon in Salmon Fishing Areas 22 and 23 for 1995, with emphasis on inner Bay of Fundy stocks, document de recherche 96/134, Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, ministère des Pêches et des Océans, Halifax (Nouvelle-Écosse).
- Amiro, P.G., et A.J. McNeill. 1986. Status of juvenile Atlantic salmon stocks of the Stewiacke River in 1984 and 1985 and forecasts of recruits to fisheries in 1986 and 1987, Document de recherche 86/32 du Comité scientifique consultatif des pêches canadiennes dans l'Atlantique, MPO.
- Avice, J.C. 2000. Phylogeography: the history and formation of species, Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts), ÉTATS-UNIS.
- Avice, J.C. 2004. Molecular markers, natural history, and evolution, deuxième édition, Sinauer, Sunderland (Massachusetts), ÉTATS-UNIS.
- Baum, E.T. 1997. Maine Atlantic salmon: a national treasure, Atlantic Salmon Unlimited, Hermon (Maine), ÉTATS-UNIS.
- Bernatchez, L., et C.C. Wilson. 1998. Comparative phylogeography of Nearctic and Palearctic fishes, *Molecular Ecology* 7:431-452.
- Botsford, L.W., et J.G. Brittnacher. 1998. Viability of Sacramento River winter-run Chinook salmon, *Conservation Biology* 12:65-79.
- Carr, J.W., J.M. Anderson, F.G. Whoriskey et T. Dilworth. 1997. The occurrence and spawning of cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a Canadian river, *ICES Journal of Marine Science* 54:1064-1073.
- Cairns, D.K. 2001. An evaluation of possible causes of the decline in pre-fishery abundance of North American Atlantic salmon, Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2358, ministère des Pêches et des Océans.
- Chang, B.D. 1998. The salmon aquaculture industry in the Maritime Provinces, document de recherche 98/151, Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, ministère des Pêches et des Océans, Ottawa.
- Choi, J.S., K.T. Frank, W.C. Leggett et K. Drinkwater. 2004. Transition to an alternate state in a continental shelf ecosystem, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:505-510.
- Dadswell, M.J. 2004. DRAFT: Migration of inner Bay of Fundy Atlantic salmon, Acadia University, Wolfville (Nouvelle-Écosse).

- Drinkwater, K.F., B. Petrie et P.C. Smith. 2003. Hydrographic variability on the Scotian Shelf during the 1990s, *ICES Marine Science Symposium* 219:40-49.
- Dunfield, R.W. 1985. The Atlantic Salmon in the History of North America, ministère des Pêches et des Océans, Ottawa.
- Dunfield, R.W. 1986. Le saumon de l'Atlantique dans l'histoire de l'Amérique du Nord, *Publ. spec. can. sci. halieut. aquat.* 80:199.
- Fleming, I.A., K. Hindar, I.B. Mjølnerod, B. Jonsson, T. Balstad et A. Lamberg. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population, *Proceedings of the Royal Society of London B* 267(1452):1517-1523.
- Fleming, I.A., et J.D. Reynolds. 2004. Salmonid breeding systems, p. 264-294, in A.P. Hendry et S.C. Stearns (éd.), *Evolution illuminated: salmon and their relatives*, Oxford University Press, Oxford.
- Francis, D.A., et R.M. Leavitt. 2004. Maliseet-Passamaquoddy Dictionary. University of New Brunswick Electronic Text Centre.
<http://www.lib.unb.ca/Texts/Maliseet/dictionary>.
- Frankham, R., J.D. Ballou et D.A. Briscoe. 2002. Introduction to conservation genetics, Cambridge University Press, Cambridge, ROYAUME-UNI.
- Froese, R., et D. Pauly, éditeurs. 2004. FishBase. www.fishbase.org, version (04/2004), publication électronique du World Wide Web.
- Gardner Pinfold Consulting Economists Limited. 1991. Economic assessment of sportfishing in Atlantic Canada.
- Gibson, A.J.F., et P.G. Amiro. 2003. Abundance of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Stewiacke River, NS, from 1965 to 2002, document de recherche 2003/108, Secrétariat canadien de consultation scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth (Nouvelle-Écosse).
- Gibson, A.J.F., P.G. Amiro et K.A. Robichaud-LeBlanc. 2003a. Densities of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) in inner Bay of Fundy rivers during 2000 and 2002 with reference to past abundance inferred from catch statistics and electrofishing surveys, document de recherche 2003/121, Secrétariat canadien de consultation scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth (Nouvelle-Écosse).
- Gibson, A.J.F., J. Bryan et P.G. Amiro. 2003b. Release of hatchery-reared Atlantic salmon into Inner Bay of Fundy rivers from 1900 to 2002, Rapport statistique canadien des sciences halieutiques et aquatiques 1123, ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth (Nouvelle-Écosse).
- Gibson, A.J.F., R.A. Jones, P.G. Amiro et J.J. Flanagan. 2003c. Abundance of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Big Salmon River, New Brunswick, from 1951 to 2002, document de recherche 2003/119, Secrétariat canadien de consultation scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth (Nouvelle-Écosse).
- Gibson, A.J.F., R.A. Jones, S.F. O'Neil, J.J. Flanagan et P.G. Amiro. 2004. Summary of monitoring and live gene bank activities for inner Bay of Fundy Atlantic salmon in 2003, document de recherche 2004/016, Secrétariat canadien de consultation scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth (Nouvelle-Écosse).
- Greenberg, D.A. 1987. Modeling tidal power, *Scientific American* 257:128-131+.
- Gregg, W.W., M.E. Conkright, P. Ginoux, J.E. O'Reilly et N.W. Casey. 2003. Ocean primary production and climate: global decadal changes, *Geophysical Research Letters* 30:1809-1812.

- Gross, M.R. 1998. One species with two biologies: Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the wild and in aquaculture, *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 55:131-144.
- Hanson, J.M., et A. Locke. 2001. Survey of freshwater mussels in the Petitcodiac River drainage, New Brunswick, *Canadian Field Naturalist* 115:329-340.
- Hendry, A.P., et S.C. Stearns. 2004. Evolution illuminated: salmon and their relatives, Oxford University Press, Oxford.
- Hutchings, J.A. 2003. Development of a population recovery strategy for inner Bay of Fundy Atlantic salmon populations in Fundy National Park, parc national du Canada Fundy, Alma (Nouveau-Brunswick), 28 p.
- Hutchings, J.A., et M.E.B. Jones. 1998. Life history variation and growth rate thresholds for maturity in Atlantic salmon, *Salmo salar*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55:22-47.
- Jessop, B.M. 1976. Distribution and timing of tag recoveries from native and nonnative Atlantic salmon (*Salmo salar*) released into the Big Salmon River, New Brunswick, *Journal de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada* 33:829-833.
- Jones, M.W. 2001. Chapter 5. Temporal and spatial variation in Atlantic salmon populations in eastern Canada: implications for conservation and management, thèse de doctorat.
- Jones, M.W., et J.A. Hutchings. 2002. Individual variation in Atlantic salmon fertilization success: implications for effective population size, *Ecological Applications* 12:184-193.
- King, T.L., S.T. Kalinowski, W.B. Schill, A.P. Spidle et B.A. Lubinski. 2001. Population structure of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): a range-wide perspective from microsatellite DNA variation, *Molecular Ecology* 10:807-821.
- Lacroix, G.L., et M.J.W. Stokesbury. 2004. Adult return of farmed Atlantic salmon escaped as juveniles into freshwater, *Transactions of the American Fisheries Society* 133:484-490.
- Lacroix, G.L., et D. Knox. 2005. Acidification status of rivers in several regions of Nova Scotia and potential impacts on Atlantic salmon, Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques n° 2573, 71 p. + v.
- Lacroix, G.L., D. Knox et J.W. Stokesbury. 2005. Survival and behaviour of post-smolt Atlantic salmon in coastal habitat with extreme tides, *Journal of Fish Biology* 66:485-498.
- Lawlor, J.L. 2003. Genetic differences in fitness-related traits among populations of wild and farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, thèse de maîtrise ès sciences, Dalhousie University, Halifax.
- Locke, A., J.M. Hanson, G.J. Klassen, S.M. Richardson et C.I. Aube. 2003. The damming of the Petitcodiac River: species, populations, and habitats lost, *Northeastern Naturalist* 10:39-54.
- MacCrimmon, H.R., et B.L. Gots. 1979. World distribution of Atlantic salmon, *Salmo salar*, *Journal de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada* 36:422-457.
- Mackinnon, A.-M., M. Campbell et G. Olivier. 1998. Overview of fish disease agents in cultivated and wild salmonid populations in the Maritimes, document de recherche 98/160 du Secrétariat canadien pour l'évaluation des stocks, ministère des Pêches et des Océans, Ottawa.

- McConnell, S.K.J., P. O'Reilly, L. Hamilton, J.M. Wright et P. Bentzen. 1995. Polymorphic microsatellite loci from Atlantic salmon (*Salmo salar*): genetic differentiation of North American and European populations, *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 52:1863-1872.
- McConnell, S.K.J., D.E. Ruzzante, P.T. O'Reilly et L. Hamilton. 1997. Microsatellite loci reveal highly significant genetic differentiation among Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) stocks from the east coast of Canada, *Molecular Ecology* 6:1075-1089.
- McGinnity, P., P. Prodohl, A. Ferguson, R. Hynes, N.O. Maoileidigh, N. Baker, D. Cotter, B. O'Hea, D. Cooke, G. Rogan, J. Taggard et T. Cross. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon *Salmo salar* as a result of interactions with escaped farm salmon, *Proceedings of the Royal Society of London B* 270(1532):2443-2450.
- McElhany, P., M.H. Ruckelshaus, M.J. Ford, T.C. Wainwright et E.P. Bjorkstedt. 2000. Viable salmonid populations and the recovery of evolutionarily significant units, Dept. Commer. des États-Unis, NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-42, 156 p.
- Montevercchi, W.A., D.K. Cairns et R.A. Myers. 2002. Predation on marine-phase Atlantic salmon (*Salmo salar*) by gannets (*Morus bassanus*) in the Northwest Atlantic, *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 59:602-612.
- Moore, A., A.P. Scott, N. Lower, I. Katsiadaki et L. Greenwood. 2003. The effects of 4-nonylphenol and atrazine on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, *Aquaculture* 222:253-263.
- MPO. 2003. Survol des stocks de saumon des provinces Maritimes (2002), Rapport sur l'état des stocks 2003/026, ministère des Pêches et des Océans.
- Myers, R.A., J.A. Hutchings et R.J. Gibson. 1986. Variation in male parr maturation within and among populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 43:1242-1248.
- Myers, R.A., N.J. Barrowman, J.A. Hutchings et A.A. Rosenberg. 1995. Population dynamics of exploited fish stocks at low population levels, *Science* 269:1106-1108.
- National Recovery Team for Inner Bay of Fundy Atlantic Salmon Populations. 2002. FINAL DRAFT: National Recovery Strategy for Inner Bay of Fundy Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Populations, programme national de rétablissement, Rétablissement des espèces canadiennes en péril (RESCAPÉ), Ottawa.
- National Research Council. 2002. Genetic status of Atlantic salmon in Maine: Interim report from the Committee on Atlantic Salmon in Maine, National Academy Press, Washington (District de Columbia).
- National Research Council. 2004. Atlantic salmon in Maine: a report of the National Research Council the National Academies, National Academies Press, Washington (District de Columbia).
- Nielsen, J.L. 1998. Population genetics and the conservation and management of Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 55:145-152.
- NMFS. 2005. Final recovery plan for the Gulf of Maine Distinct Population Segment of Atlantic salmon (*Salmo salar*), National Marine Fisheries Service, Silver Spring (Maryland). (www.nmfs.gov/pr/readingrm/Recoverplans/atlantic_salmon_rp.pdf; en anglais seulement; le 10 février 2006)

- O'Neil, S.F., T.R. Goff, S. Ratelle, S. McBride, C.J. Harvie et D.A. Stewart. 2003. DRAFT: Live gene banking of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) as a component of the maintenance and recovery of the populations of salmon in Inner Bay of Fundy, document de recherche 2003, Secrétariat canadien de consultation scientifique, ministère des Pêches et des Océans.
- O'Reilly, P. En cours de préparation. Patterns of genetic variation in declining populations of Maritime Atlantic salmon inferred from microsatellite markers, ministère des Pêches et des Océans.
- O'Reilly, P., et R. Doyle. Sous presse. Live Gene Banking of Endangered Populations of Atlantic salmon, in E. Verspoor, L. Stradmeyer et J. Nielsen (éd.), *The Atlantic salmon: genetics, conservation and management*, Blackwell, London.
- Pielou, E.C. 1991. *After the Ice Age: the return of life to glaciated North America*, University of Chicago Press, Chicago.
- Potter, E.C.E., et W.W. Crozier. 2000. A perspective on the marine survival of Atlantic salmon, p. 19-36, in D. Mills (éd.), *The ocean life of Atlantic salmon: environmental and biological factors influencing survival*, Fishing News Books, Oxford.
- Reddin, D.G., et K.D. Friedland. 1993. Marine environmental factors influencing the movement and survival of Atlantic salmon, p. 79-103, in D. Mills (éd.), *Salmon in the sea and new enhancement strategies*, Fishing News Books, Oxford.
- Reddin, D.G., J. Helbig, A. Thomas, B.G. Whitehouse et K.D. Friedland. 2000. Survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) related to marine climate, p. 88-91, in D. Mills (éd.), *The ocean life of Atlantic salmon: environmental and biological factors influencing survival*, Fishing News Books, Oxford.
- Ritter, J. 1989. Marine migration and natural mortality of North American Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), Rapport manuscrit canadien des sciences halieutiques et aquatiques 2041, ministère des Pêches et des Océans, Halifax (Nouvelle-Écosse).
- Scott, W.B., et E.J. Crossman. 1998. *Freshwater Fishes of Canada*, Galt House Publications, Oakville (Ontario).
- Shaw, J., P. Gareau et R.C. Courtney. 2002. Paleogeography of Atlantic Canada 13-0 kyr, *Quaternary Science Review* 21:1861-1878.
- Spidle, A.P., S.T. Kalinowski, B.A. Lubinski, D.L. Perkins, K.F. Beland, J.F. Kocik et T.L. King. 2003. Population structure of Atlantic salmon in Maine with reference to populations from Atlantic Canada, *Transactions of the American Fisheries Society* 132:196-209.
- Stahl, G. 1987. Genetic population structure of Atlantic salmon, p. 121-140, in N. Ryman et F. Utter (éd.), *Population genetics and fishery management*, University of Washington Press, Seattle.
- Stokesbury, M.J., et G.L. Lacroix. 1997. High incidence of hatchery origin Atlantic salmon in the smolt output of a Canadian river, *ICES Journal of Marine Science* 54:1074-1081.
- Taylor, E.B. 1991. A review of local adaptation in salmonidae, with particular reference to Pacific and Atlantic salmon, *Aquaculture* 98:185-207.
- Thurston, H. 1990. *Tidal life: a natural history of the Bay of Fundy*, Nimbus, Halifax (Nouvelle-Écosse).

- Trzcinski, M.K., A.J.F. Gibson, P.G. Amiro et R.G. Randall. 2004. Inner Bay of Fundy Atlantic salmon (*Salmo salar*) critical habitat case study, document de recherche 2004/114, Secrétariat canadien de consultation scientifique, ministère des Pêches et des Océans, Dartmouth (Nouvelle-Écosse).
- Verspoor, E. 1997. Genetic diversity among Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) populations, *ICES Journal of Marine Science* 54:965-973.
- Verspoor, E. 2005. Regional differentiation of North American Atlantic salmon (*Salmo salar*) at allozyme loci, *Journal of Fish Biology* 67 (Supplement A):80-103.
- Verspoor, E., M. O'Sullivan, A.L. Arnold, D. Knox et P.G. Amiro. 2002. Restricted matrilineal gene flow and regional differentiation among Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) populations within the Bay of Fundy, eastern Canada, *Heredity* 89:465-472.
- Verspoor, E., M. O'Sullivan, A.M. Arnold, D. Knox, A. Curry, G. Lacroix et P. Amiro. 2004. The nature and distribution of genetic variation at the mitochondrial ND1 gene of the Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) within and among rivers associated with the Bay of Fundy and the Southern Uplands of Nova Scotia, ÉBAUCHE/RAPPORT INTERNE, FRS Research Services Internal Report No XX/XX, Fisheries Research Services, Pitlochry, ÉCOSSE.
- Waring, C.P., et A. Moore. 2004. The effect of atrazine on Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in fresh water and after sea water transfer, *Aquatic Toxicology* 66:93-104.
- Wells, P.G. 1999. Environmental impacts of barriers on rivers entering the Bay of Fundy: report of an ad-hoc Environment Canada Working Group, Série de rapports techniques 334, Service canadien de la faune, Ottawa (Ontario).
- WWF. 2001. The status of wild Atlantic salmon: a river by river assessment, World Wildlife Fund.
- Young, S. 2001. Salmon anemia hits state, Bangor Daily News, le 17 mars 2001.

SOMMAIRES BIOGRAPHIQUES DES RÉDACTEURS DU RAPPORT

Mart Gross est professeur en biologie de la conservation au Department of Zoology de la University of Toronto. Cory Robertson est chercheur adjoint au laboratoire Gross.

REMERCIEMENTS ET EXPERTS CONTACTÉS

Nous désirons remercier le ministère des Pêches et des Océans (MPO) de nous avoir fourni les données, les rapports et des consultations. Nous sommes particulièrement redevables à Peter Amiro, à Jamie Gibson et à Patrick O'Reilly de la Division des poissons diadromes à l'institut océanographique de Bedford (Nouvelle-Écosse). Nous remercions également l'apport précieux de : Trevor Goff du Centre de biodiversité de Mactaquac du MPO (Nouveau-Brunswick); Eric Verspoor du FRS Freshwater Laboratory (Écosse); Fred Whoriskey de la Atlantic Salmon Federation (Nouveau-Brunswick).

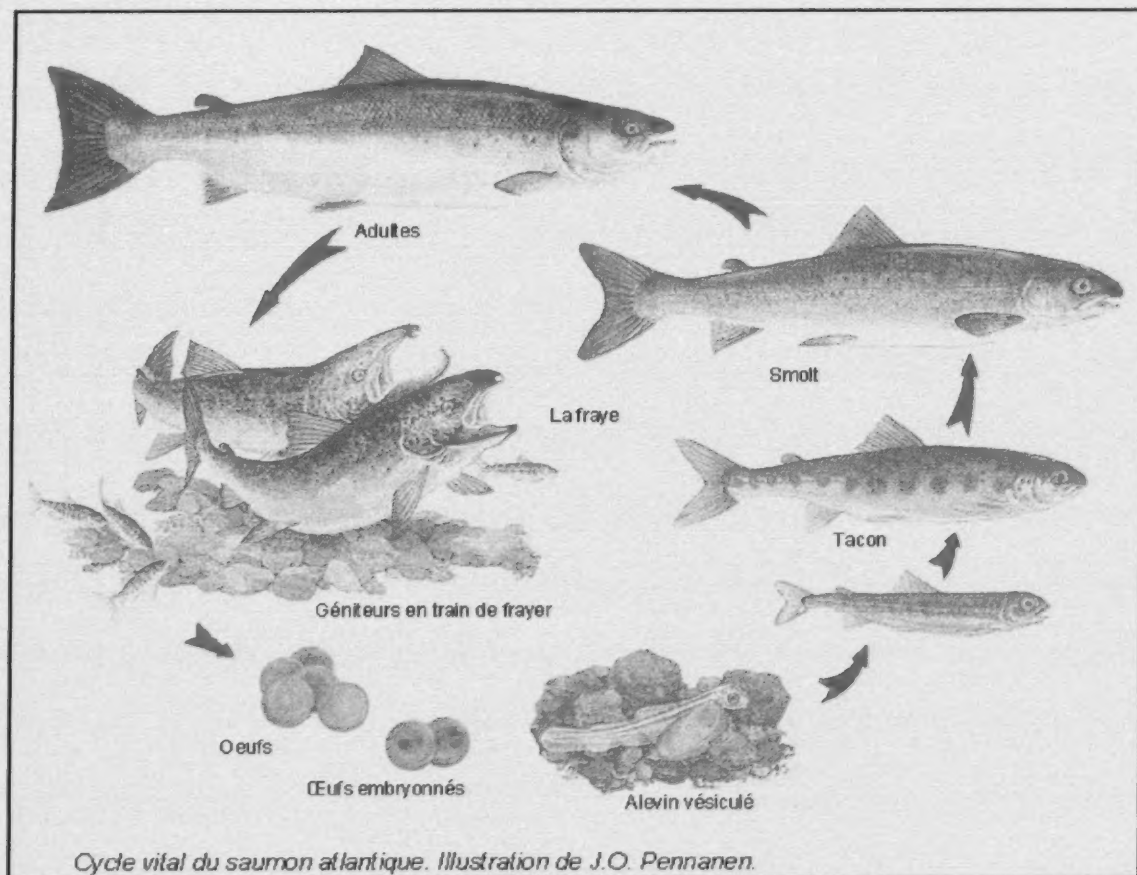
La version provisoire du 1^{er} septembre 2004 du Sous-comité de spécialistes des espèces (SSE) de poissons marins a été examinée par : Peter Amiro, Brian Dempson, Jamie Gibson, Patrick O'Reilly, Robin Waples, Fred Whoriskey et le SSE des poissons marins. La version préliminaire du 6 décembre 2004 destinée aux compétences a été examinée par : Alain Caissie (parc national Fundy), Howard Powles (MPO), Renee Wissink (parc national Fundy) et la Région des Maritimes du MPO. Jeff Hutchings, la Région des Maritimes du MPO et Nova Scotia Power Incorporated ont examiné la version intérimaire semi-annuelle du 16 octobre 2004. Nous exprimons notre reconnaissance envers toutes les personnes dont les commentaires se sont avérés utiles.

Le présent rapport est diffusé grâce au financement du Service canadien de la faune d'Environnement Canada, du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada et de la University of Toronto.

Pour sa part, le COSEPAC a confié l'examen du rapport à Richard Haedrich (coprésident des poissons marins) et à Jeff Hutchings (Membre du sous-comité de spécialistes des poissons marins et membre scientifique non gouvernemental du COSEPAC).

Annexe 1. Biologie générale du saumon atlantique

Cycle vital



Le cycle vital du saumon atlantique comprend de nombreux stades. Le saumon atlantique canadien fraie normalement en octobre et en novembre; la fraie survient habituellement plus tôt au nord et plus tard au sud. Le moment de l'entrée dans la rivière varie selon les populations et dépend des conditions locales et du niveau d'eau. En règle générale, les adultes entrent dans l'estuaire, puis en eau douce, au cours de l'été. Pendant la période de transformation physiologique en prévision de la fraie, les couleurs se développent, et les mâles acquièrent un crochet dont ils se servent pour combattre les autres mâles. Les femelles choisissent l'emplacement du nid, généralement dans un radier de gravier situé en amont ou en aval d'une fosse, et y creusent une dépression. Les mâles se battent entre eux pour s'approcher des femelles, et le mâle dominant, et peut-être d'autres, expulse la laitance au moment où la femelle pond une partie des œufs. Il arrive que de petits tacons précoces se fauillent

vers le nid et y libèrent aussi leur laitance (Fleming et Reynolds, 2004). La femelle recouvre les œufs de gravier et creuse un nouveau nid. Le processus se répète jusqu'à qu'à la fin de la fraye (5 et 10 nids). Les œufs, au nombre de 3 000 à 4 000 par petite femelle (le nombre croît avec la taille), sont gros (de 5 à 7 mm) et contiennent une grande quantité de vitellus. À la fin de la saison de fraye, les adultes encore vivants, les « charognards », retournent dans l'océan où ils continuent leur croissance jusqu'à la prochaine fraye. Les charognards comptent plus de femelles que de mâles. Les œufs se développent dans le nid pendant l'hiver et, selon la température, éclosent normalement en avril. Les jeunes alevins restent enfouis dans le gravier et absorbent le vitellus jusqu'en mai ou en juin. Les juvéniles, appelés « tacons », occupent les radiers, où ils se nourrissent d'invertébrés à la dérive. Après plusieurs années de croissance en eau douce, lorsqu'ils mesurent peut-être entre 127 mm et 152 mm, les tacons deviennent des smolts et migrent vers la mer. Leur croissance en mer est rapide, et les individus atteignent leur maturité après 1 hiver en mer (on les appelle alors « madeleineaux ») ou 2 hivers en mer (ils sont alors des « saumons »). Les saumons se nourrissent de crustacés et de petits poissons. Les études sur le rapport des sexes chez les adultes indiquent que celui-ci tourne autour de 1:1.

Migration et dispersion

Les saumons atlantiques de l'Est canadien migrent normalement vers des aires d'alimentation situées près de l'ouest du Groenland. Après avoir atteint leur maturité, les individus adultes retournent à leur rivière d'origine. Peu de saumons s'égarent, et moins de 5 p. 100 des adultes se trompent de rivière. Cette précision du retour réduit considérablement, mais n'élimine pas, les possibilités de reconstitution. L'adaptation locale des reproducteurs et de leur progéniture peut, toutefois, réduire grandement la santé relative des individus égarés.

Adaptation et adaptabilité

Les saumons atlantiques sont adaptés localement à presque tous les aspects de leur vie : la forme du corps des adultes (qui dépend de la distance de migration), le moment de la montaison (qui dépend de la taille et de la température du cours d'eau), le phénotype des adultes reproducteurs (qui dépend de la densité), l'âge et la taille des adultes matures, la taille des œufs (qui dépend de la granulométrie du gravier et de la compétition entre les juvéniles), la couleur des tacons (fonction de l'arrière-plan et de la crypticité), l'orientation de la migration, etc. (voir, p. ex., Hendry et Stearns, 2004). Le saumon atlantique ne doit toutefois pas être considéré comme une espèce à forte capacité d'adaptation. Les expériences d'introduction de saumons entre zones géographiques montrent que les individus introduits ont très peu de succès, peut-être parce qu'ils sont fortement adaptés aux conditions de leurs rivières d'origine. Le saumon atlantique s'est domestiqué en quelques décennies d'aquaculture, mais seulement grâce à une sélection intensive dans quelques régions du monde (p. ex. en Norvège, en Écosse et au Canada). On désire depuis longtemps ensemer les rivières avec des saumons atlantiques sauvages, et il existe aujourd'hui, dans 20 à 30 régions, des populations vivant en dehors de leur aire de répartition naturelle.

(MacCrimmon et Gots, 1979). Par contre, la mise en place ou le maintien de populations dans leur aire de répartition naturelle à l'aide de l'alevinage a eu un succès relativement limité (National Research Council, 2004). On doit donc considérer qu'une fois perdues, les adaptations locales du saumon sont difficiles à remplacer.